

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Návrh obnovy parku silničních vozidel vybrané firmy

Vehicle Fleet Renewal in Selected Company

Student:

Bolatzký Petr

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Famfulík, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Bolatzký**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Návrh obnovy parku silničních vozidel vybrané firmy**
Vehicle Fleet Renewal in Selected Company

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Stanovit optimální čas vyřazení vozidla z provozu a nahrazení novým. Optimální čas vyřazení vozidla stanovte metodou exponenciálních trendů, výsledný odhad rozšířte s využitím vhodné statistiky na intervalový odhad.

1. Úvod.
2. Analýza stávajícího parku silničních vozidel.
3. Popis vhodné metodiky pro vyřazení vozidel.
4. Stanovení doby pro vyřazení vozidel s využitím provozních dat.
5. Návrh obnovy parku silničních vozidel.
6. Technicko – ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Famfulík, J. Teorie údržby. VŠB – TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1029-8
- [2] Daněk, A., Široký, J., Famfulík, J. Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků. ISBN 80-86122-41-7.
- [3] Daněk, A., Široký, J. Teorie obnovy dopravních prostředků. ISBN 80-7078-568-3.
- [4] ČSN IEC 300-3-3. Analýza nákladů životního cyklu. Praha: Český normalizační institut. 1997.
- [5] Vlk, F. Motorová vozidla III. ISBN 80-214-0420-5.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Famfulík, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 20.5 2012

.....*Bolalaky Petr*.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20.5.2012

Podpis *Bolatzký Petr*

Jméno a příjmení autora práce:

Bolatzký Petr

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Opavská 212, Velké Hoštice, 74731

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

BOLATZKÝ, P. *Návrh obnovy parku silničních vozidel vybrané firmy: Bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 60s. Vedoucí práce: Ing. Jan Famfulík, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá stanovením optimálního času vyřazení silničních vozidel z provozu a návrhem obnovy vozidlového parku. Celkem bude řešeno devět vybraných vozidel Městského dopravního podniku Opava. V teoretické části bude popsána metoda exponenciálních trendů a tzv. Z-statistika sloužící ke stanovení horní hranice vyřazení vozidel. V praktické části budou vypočteny pomocí metody exponenciálních trendů optimální doby vyřazení všech vozidel. Poté, na základě vypočtených optimálních dob, budou spočítány horní hranice vyřazení vozidel. Tyto spočtené horní hranice budou podkladem pro stanovení roku vyřazení. V závěru bude proveden návrh obnovy vozidel a ekonomické zhodnocení.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

BOLATZKÝ, P. *Vehicle Fleet Renewal in Selected Company Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical university of Ostrava, Fakulta of Mechanical Engineering, Institute of transport, 2012, 60s. Thesis head: Ing. Jan Famfulík, Ph.D.

This bachelor thesis deals with determination of optimal time road vehicles removal and with proposing vehicles modernization. There will be described nine chosen vehicles from City transportation company Opava. In theoretical part, there will be described method of exponential trends and, so called, Z-statistics, which is used for determining upper boundary of vehicles removal. In practical part, there will be counted optimal times for removal of vehicles boundary using method of exponential trends. Then, based on the calculated optimal times, the upper limit of removal of vehicles will be calculated. These enumerable upper borders will be base for determining the year of vehicles removal. At the end, there will be made proposal for renewal of vehicles and economic evaluation.

Obsah

Strana

Seznam použitých značek a symbolů.....	7
1. Úvod.....	8
1.1 Charakteristika firmy.....	8
2. Analýza stávajícího parku silničních vozidel.....	9
2.1 SOLARIS URBINO 12.....	10
2.2 SOR B-9,5.....	11
3. Popis vhodné metodiky pro vyřazení vozidel.....	12
3.1 Základní pojmy ve vztahu k řešené problematice.....	12
3.2 Životní cyklus vozidel.....	14
3.3 Náklady životního cyklu vozidel	16
3.4 Nákladové položky ve vztahu k spolehlivosti vozidla.....	17
3.5 Metoda exponenciálních trendů.....	18
3.6 Oceňování vozidel.....	22
3.7 Odhad horní hranice vyřazení vozidla pomocí testovací statistiky.....	22
4. Stanovení doby pro vyřazení vozidel s využitím provozních dat.....	24
4.1 Určení průběhu tržní hodnoty vozidla.....	24
4.2 Sestrojení průběhu kumulativních nákladů a výpočet optimální doby vyřazení.....	26
4.3 Výpočet horní hranice pro vyřazení vozidel.....	30
5. Návrh obnovy parku silničních vozidel.....	33
5.1 Varianta A.....	34
5.2 Varianta B.....	35
5.3 Varianta C.....	37
6. Technicko-ekonomické zhodnocení.....	39
7. Použitá literatura.....	44
8. Přílohy.....	46

Seznam použitých značek a symbolů:

LCC	- náklady životního cyklu [Kč]
MDPO	- městský dopravní podnik Opava
MS	- Microsoft
N_k	- kumulativní náklady [Kč]
PHM	- pohonné hmoty
DPH	- daň z přidané hodnoty
N_v	- vlastnické náklady [Kč]
N_p	- náklady na pořízení vozidla [Kč]
$N(t)$	- hodnota prostředku v čase [Kč]
C	- nákupní cena dopravního prostředku [Kč]
α	- koeficient klesající exponenciály [-]
t	- stáří vozidla [Roky]
$N_u(t)$	- náklady na údržbu dopravního prostředku v čase [Kč]
A	- amplituda udržovacích nákladů [Kč]
β	- koeficient rostoucí exponenciály [-]
t_{zopt}	- optimální čas vyřazení [Roky]
\bar{x}	- Aritmetický průměr [-]
x_i	- Doba optimální životnosti vozidla [Roky]
n	- Počet vozidel [Ks]
S	- redukovaný rozptyl výběru [-]
Z	- testovací statistika [-]
μ	- populační průměr [-]
T_h	- horní hranice pro vyřazení vozidla [Roky]

1. Úvod

Cílem mé bakalářské práce je určení optimálního času vyřazení silničních vozidel z provozu a nahrazení vozidly novými. Tato silniční vozidla budou v mém případě autobusy městské hromadné dopravy v Opavě, jejichž provozní data mi byla poskytnuta Městským dopravním podnikem Opava a.s.

V úvodní části bude analyzován současný stav vozidlového parku firmy a provedena charakteristika vybraných vozidel.

Dále bude popsána metoda exponenciálních trendů, která předpokládá postupný odprodej vozidel a nahrazení vozidly novými. Pomocí této metody se vypočítá optimální čas pro vyřazení všech řešených vozidel. Výsledné optimální časy vyřazení budou poté využity k výpočtům horní hranice vyřazení pomocí vhodné statistiky. Na základě horních hranic vyřazení pak budou určeny roky vyřazení jednotlivých vozidel. Následně navrhne několik vhodných variant obnovy vozidel.

V závěru bude provedeno ekonomické zhodnocení navržených variant obnovy. Následně bude vybrána nejvhodnější varianta obnovy vozidel a navržen časový plán této obnovy.

1.1 Charakteristika firmy

Městský dopravní podnik Opava a.s. (dále MDPO) je společnost provozující městskou hromadnou dopravu sídlící na ulici Bílovecká 98 v Opavě Kylešovicích. [6] Zde má kanceláře a veškeré potřebné vybavení nutné k řízení a provozu této dopravy. MDPO a.s. provozuje trolejbusovou a autobusovou dopravu.

Trolejbusový provoz zde funguje již od padesátých let minulého století a byl zřízen jako náhrada provozu tramvajového. Trolejbusové sítě se postupem času rozšiřovaly. V současnosti podnik provozuje jedenáct trolejbusových linek. [7]

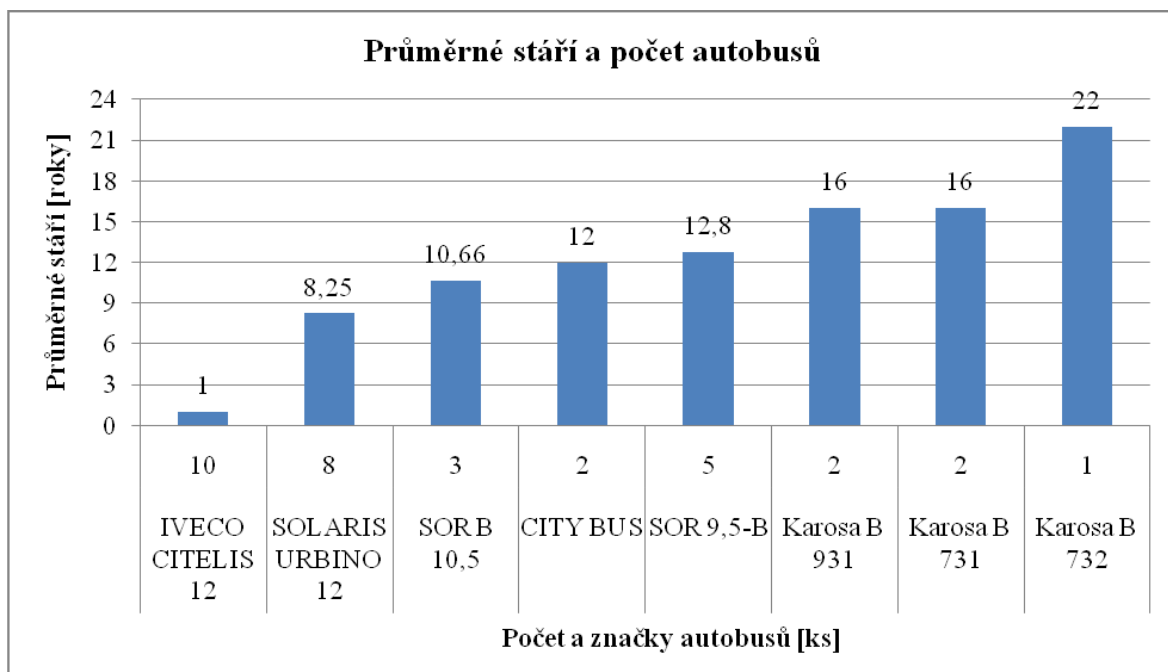
Autobusová doprava slouží v Opavě převážně ke svážení občanů z okolních obcí do centra města. Nyní provozuje čtrnáct pravidelných autobusových linek.

Mimo přepravu osob nabízí MDPO rovněž reklamy v interiéru, ale i vně vozidla. Dále pak poskytuje služby lakovny a pronajímá vysokozdvížné plošiny. Součástí podniku je také depo, kde je prováděna údržba a případné opravy vozidel.

2. Analýza stávajícího parku silničních vozidel

Dopravní podnik Opava a.s. vlastní v současné době autobusy a trolejbusy různých značek. Provozuje 67 vozidel z toho 33 autobusů a 34 trolejbusů. V této práci se budeme zabývat výhradně autobusy.

Z výše uvedeného počtu vozidel - autobusů bylo po konzultaci v podniku vybráno pět vozidel značky SOR 9.5 - B, a čtyři vozidla SOLARIS URBINO 12. Tato vozidla jsou ve stávajícím vozidlovém parku již delší dobu a náklady na jejich provoz se postupem času navyšují. V zájmu MDPO je tedy zjištění ideální doby vyřazení uvedených vozidel z provozu. K těmto dvěma typům autobusů mně byla MDPO poskytnuta veškerá data potřebná k mým výpočtům.



Graf č.1: Průměrné stáří jednotlivých značek autobusů a jejich počet

V grafu č. 1 vidíme, že MDPO v loňském roce nakoupil deset kusů nových autobusů IRISBUS IVECO CITELIS 12, což velmi omladilo vozový park. Průměrné stáří vozidlového parku autobusů tak činí osm a půl roku (tabulka stáří jednotlivých autobusů a průměrného stáří všech autobusů je uvedena v příloze 8.1), což je v současné době pokládáno za velmi dobrý výsledek. Průměrné stáří zde velmi zhoršuje už jen několik autobusů značky Karosa. Na informativní schůzce MDPO mně bylo sděleno, že staré autobusy Karosa, jejichž provoz je velmi nákladný, se chystají vyřadit v nejbližší době jakmile budou k dispozici finanční prostředky na nákup nových autobusů.[5]

2.1 SOLARIS URBINO 12

SOLARIS URBINO 12 první generace je plně nízkopodlažní autobus, který je vyráběn polskou firmou SOLARIS BUS & COACH a je zároveň unifikován s trolejbusem SOLARIS TROLLINO 12. [8]

Skelet autobusu je tvořen samonosnou svařovanou konstrukcí, vyrobenou z nerezové oceli. Boky autobusu jsou vyrobeny z nerezového plechu, spodní části z hliníku, přední a zadní části vozu z umělohmotného materiálu, vyztuženého skelnými vlákny. Na pravé straně je autobus vybaven třemi dvoukřídlovými dveřmi otevíracími se dovnitř.

Interiér vozu je vybaven skořepinovými plastovými sedačkami potaženými látkou. Naproti středním dveřím je umístěna plošina pro kočárek nebo pro přepravu cestujících na vozíku. V této části je rovněž manuální výklopná plošina pro usnadnění nástupu a výstupu těmto cestujícím.

Maximální obsazenost autobusu je 104 osob, z toho 28 k sezení a 76 k stání.

Hmotnost autobusu je mezi 10500 a 10800kg v závislosti na vybavení a patří tedy mezi nejlehčí ve své kategorii. Jeho celková délka je 12000 mm, šíře 2550mm a výška 2850mm. Výška podlahy u jeho prvních dveří je 320mm, u druhých a třetích 340mm.

Na vozidle je použito pneumatické vypružení umožňující snížení nástupní hrany o 70 až 80mm, případně zvýšení o 60mm. Díky těmto funkcím je ulehčen nástup a výstup osob se sníženou pohyblivostí nebo cestujícím s kočárky.

Autobus má dvě nápravy. Zadní náprava je hnací, přední náprava je tuhá.

Vozidlo je vybaveno motorem značky MAN o výkonu 162KW při 2000ot/min umístěným za zadní nápravou a automatickou čtyřstupňovou převodovkou značky WOITH.



Obrázek č. 1: SOLARIS URBINO 12

2.2 SOR B-9,5

SOR B-9,5 je městský autobus vyráběný firmou SOR Libchavy spol. s r.o. od roku 1998. V současné době je k dispozici i jako nízkopodlažní model s označením SOR BN 9,5. [9]

Tento model má dvě nápravy. Jako hnací náprava je zde použita zadní, tedy tuhá náprava značky Meritor, přední náprava je značky SOR.

Karoserie je polonosná skříňová se třemi dveřmi a je svařena z ocelových uzavřených profilů. Zvenku je oplechovaná, interiér je obložen plastovými deskami. Vybrané spodní části jsou z nerezové oceli.

Autobus má tyto rozměry: délka je 9520mm, šířka 2480mm a výška 2950mm.

Jeho maximální kapacita je 80 míst, z nichž 26 míst je vyhrazeno k sezení a 54 ke stání.

Motor značky IVECO o výkonu 152KW při 2700ot/min se nachází pod podlahou v zadní části vozu. Splňuje emisní limity EURO 2. Převodovka je zde šestistupňová manuální, rovněž značky IVECO.



Obrázek č. 2: SOR B-9,5

3. Popis vhodné metodiky pro vyřazení vozidel

Díky nástupu výpočetní techniky je možno vést ve firmách velmi dobrou evidenci nákladů na provoz a údržbu dopravních prostředků, následně pak tyto údaje efektivně zpracovávat. [1] Tyto údaje lze zpracovávat různými metodami. V případě této bakalářské práce bude využita již zmíněná metoda exponenciálních trendů. Pomocí této metody bude zjištěna optimální doba životnosti těchto dopravních prostředků.

3.1 Základní pojmy ve vztahu k řešené problematice

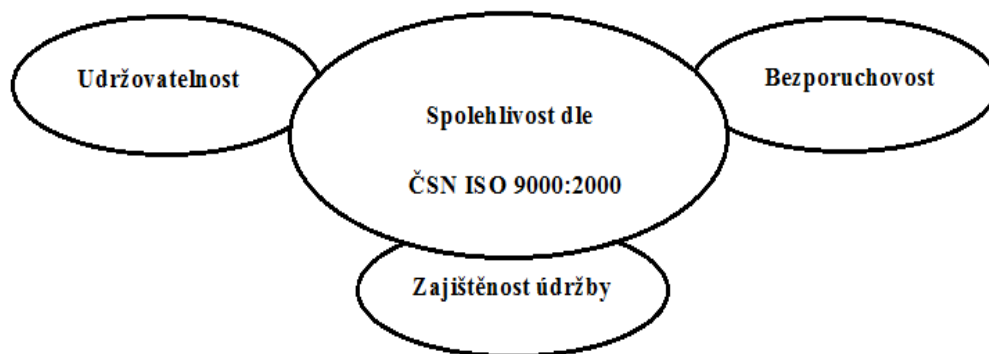
- Základní pojmy dle ČSN ISO 9000:2000

Spolehlivost je souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují.(znázorněno na obr. č. 3)

Bezporuchovost je schopnost objektu plnit nepřetržitě požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek.

Udržovatelnost je schopnost objektu v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo se vrátit do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci tehdy, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy i prostředky (zahrnují i dřívější pojem opravitelnosti).

Zajištění údržby je schopnost organizace poskytující údržbářské služby zajišťovat dle požadavků v daných podmínkách prostředky potřebné pro údržbu v souladu s koncepcí údržby.



Obrázek č. 3: Spolehlivost [3]

Spolehlivost je chápána jako komplexní vlastnost objektu, např. vozidla. Jednotlivé vlastnosti spolehlivosti, uvedené na obr. č. 3, lze rozšířit o další definice:

Životnost je schopnost objektu plnit požadované funkce do okamžiku dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav.

- Spolehlivost dle IEC 50(191) – mezinárodní elektrotechnický slovník

Spolehlivost je vyjádřena jako pravděpodobnost bezporuchového provozu, to je pravděpodobnost, že objekt může plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.

Doba údržby je časový interval, během něhož se na objektu provádí údržbářský zásah buď ručně, nebo automaticky, včetně technických a logistických zpoždění.

Údržba je souhrn všech technických a organizačních opatření zaměřených na udržení nebo obnovení provozuschopného stavu objektu.

Preventivní údržba je údržba prováděna v předem stanovených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a je zaměřena na snížení možnosti výskytu poruchy nebo degradace fungování objektu.

Údržba po poruše je údržba prováděna po zjištění poruchového stavu a je zaměřená na uvedení objektu do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci.

3.2 Životní cyklus vozidel

V současné době, kdy je velká konkurence mezi dopravci, je nutno řešit problematiku hospodaření s vozidly a to zejména z dlouhodobého hlediska. [3] Musí být přihlíženo jak na pořizovací náklady a provoz, tak rovněž i na údržbu, opravy vozidla a následnou likvidaci. Tento způsob nahlížení je znám jako náklady životního cyklu (LCC – Life Cycle Coast). Životní cyklus má jednotlivé etapy, do kterých vozidlo můžeme postupem jeho stárnutí zařazovat. Díky stanovení konkrétní etapy provozu docílíme značných finančních úspor.

Potřebné podmínky pro klasifikaci LCC:

- provoz vozidla musí být delší než jeden rok
- náklady související s pořízením vozidla představují menší díl celkových nákladů na vozidlo

Z Potřebných podmínek je evidentní, že silniční vozidla pro svou dlouhou dobu provozního nasazení posuzujeme z pohledu nákladů životního cyklu.

Život vozidla dělíme na šest etap [11] :

a) Etapa koncepce a stanovení požadavků

U této etapy jsou definovány podstatné požadavky na vozidlo. Záměrem je určit účelně nároky pro oblast spolehlivosti, ale i pro budoucí zajištěnost údržby a uspořádání programu spolehlivosti. Tyto nároky pak mají velký vliv na samotný výrobek a náklady životního cyklu.

Požadavky může stanovit:

- Výrobce (bere na vědomí průzkumy trhu, neznáme odběratele)

- Odběratel (známe odběratele a ten si nechá přesně na zakázku podle svých potřeb vozidla vyrobit)
- Výrobce i odběratel (dopravní prostředky musí vyhovovat normám a parametry se berou s ohledem na konkurenci, protože neznáme odběratele)

b) Etapa návrhu a vývoje

Zde je produkována samotná výrobní dokumentace vozidla, uskutečňuje se tady rovněž výroba prototypu a potřebné zkoušky. V této etapě vzniká i programové vybavení digitálních systémů.

Podstatné cíle programu spolehlivosti:

- sestavení a analýza předpovědi spolehlivosti, jenž je závislá na konstrukčním řešení
- uskutečnění požadovaných cílů spolehlivosti použitých komponentů
- formulace podmínek ověřování a pokusů, které zabezpečují dosažení předpokládané spolehlivosti vozidla

V etapě vývoje je také velmi důležitý vznik dokumentace potřebné k údržbě a testování vozidla. V této fázi je rovněž klíčová přítomnost zástupců odběratele, čímž bude vymezeno technologické, personální a technické zázemí odběratele ve vztahu k údržbě

c) Etapa výroby

U výroby vozidla je z pohledu plánu spolehlivosti prioritní dodržení výrobních postupů, tolerance a kvalita dle výrobní dokumentace. Základní úkony této etapy jsou zaměřeny:

- na kontrolu mezi jednotlivými operacemi
- na ověřování a zkoušení vozidel

d) Etapa uvedení do provozu

Při uvedení vozidla do provozu se uskutečňuje jeho záběh a seřízení. V rámci programu spolehlivosti je podstatné provádění a organizování procesu údržby, tak aby se nezhorsila vložená spolehlivost. Činnosti této etapy se zaměřují:

- na uskutečňování přejímacích a předávacích testů
- na řešení počátečních poruch

- na prokázání bezporuchovosti a udržitelnosti vozidla
- na sbírání a provádění rozboru dat o spolehlivosti

e) Etapa provozu

Z časového hlediska se jedná o nejdelší etapu, jejímž úkolem je maximální využití vložené spolehlivosti vozidla. Předpokladem vložené spolehlivosti je zde zachování technologie údržby a oprav a rovněž školení mechaniků provádějících údržbu. Náklady vynaložené na provoz vozidla tvoří významnou část LCC. Provozní spolehlivost a LCC je možné ovlivnit: [3]

- stanovením preventivní údržby ve vhodných intervalech
- realizováním přezkoumání návrhu údržby s pomocí informačních systémů pro sbírání a provádění rozboru dat
- kontrolou a hodnocením parametrů udržitelnosti, bezporuchovosti a zajištěnosti údržby
- včleněním organizace provozu a údržby vozidel do systému řízení jakosti

U autobusů bývá doba provozu dlouhá mnohdy patnáct až dvacet let, přestože vhodná doba pro vyřazení autobusů se pohybuje okolo osmi let. Z důvodu chybějících finančních prostředků ve firmách lze tuto vhodnou dobu provozu jen málokdy realizovat.

f) Etapa likvidace

Zde dochází k vyřazení vozidla z provozu a jeho demontáži na jednotlivé díly. Tyto díly poté roztřídíme na použitelné a nepoužitelné. Nepoužitelné ekologicky zlikvidujeme a použitelné uskladníme jako náhradní díly pro doposud používaná vozidla. Dále pak máme možnost provést zkoušky opotřebení a stanovit tak zbytkovou životnost. Díky těmto údajům můžeme dosáhnout zlepšení spolehlivosti vozidel, které nově pořídíme.

3.3 Náklady životního cyklu vozidel

Náklady životního cyklu mají dvě základní složky (náklady na pořízení a vlastnické náklady) a lze je vyjádřit vztahem (1), (pro ilustraci obrázek č. 4):

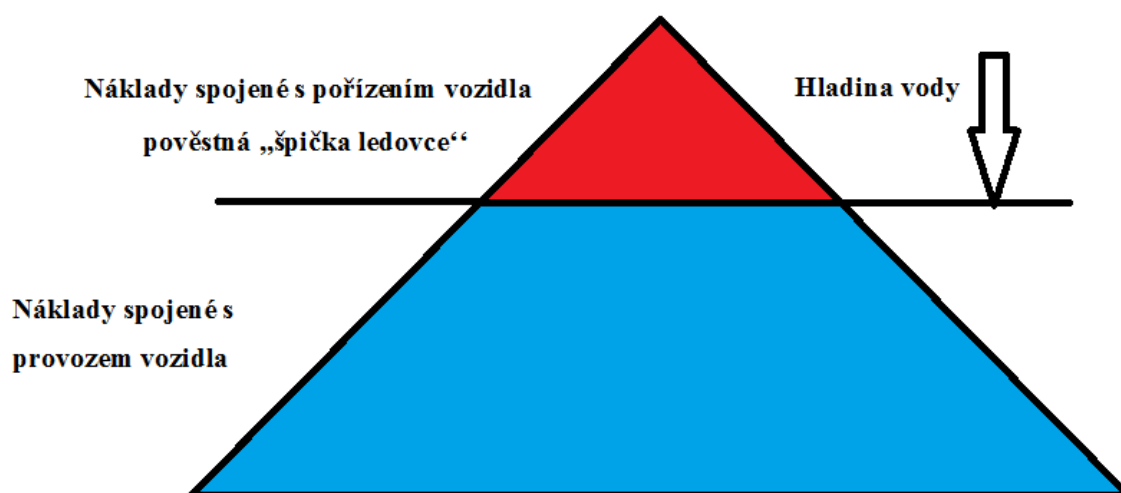
$$LCC = N_p + N_v \quad [Kč] \quad (1)$$

[3]

Kde:

N_p – jsou náklady na pořízení vozidla (cena vozidla), tvoří je náklady na etapu koncepce a stanovení požadavků, až po etapu uvedení do provozu. Z toho vyplývá, že tyto náklady jsme schopni zjistit před pořízením vozidla. [Kč]

N_v – vlastnické náklady, tvoří je náklady na provoz, opravy, údržbu a následnou likvidaci vozidla. Představuje nejdůležitější skupinu nákladových položek LCC, tyto položky se ale velmi těžce odhadují a nese je v první řadě provozovatel vozidla. [Kč]



Obrázek č. 4: Ilustrace dělby nákladů LCC [3]

3.4 Nákladové položky ve vztahu ke spolehlivosti vozidla

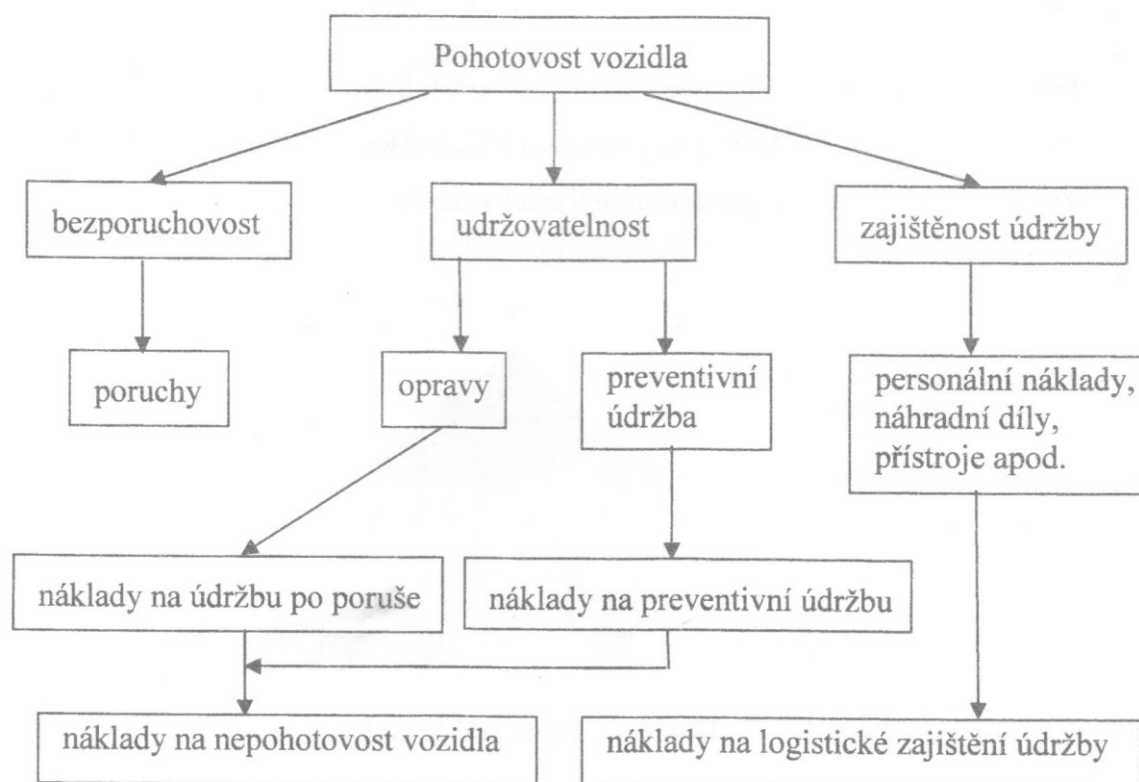
Odhad LCC se provede rozdělením na jednotlivé nákladové položky (ty jsou znázorněny v obr. č. 5). Postup během odhadu položek je rozdělen takto:[3]

1. rozdělení vozidla na konstrukční části, skupiny, podskupiny případně i součásti,
2. rozdělení etap podle životního cyklu, tj. na doby životního cyklu provedení konkrétní práce,
3. zahrnutí nákladů do kategorií, např. náklady na materiál, energii,
4. uspořádání a zhodnocení různých variant sestav vozidla (výsledkem je ovlivněno rozhodnutí, zda si jednotlivé díly přímo vyrobit, či zakoupit).

Náklady na nepohotovost – souvisí s neschopností plnit funkce vozidla při jeho nepohotovosti (doba kdy je vozidlo v poruše).

Záruční náklady – jedná se o provádění servisu dodavatelem na základě smluvní dohody po celou dobu záruky. Tyto náklady se promítnou do pořizovací ceny vozidla.

Náklady z odpovědnosti za škodu způsobenou vadou vozidla – vznikají například v důsledku zranění osob nebo poškození životního prostředí.



Obrázek č. 5: Schéma nákladů na spolehlivost [3]

Odhad LCC může počítat i s diskontováním, což je změna hodnoty financí v budoucnosti. Diskontovat se poté musí veškeré položky, tak aby bylo možné srovnání více alternativ LCC. Nejčastěji je využíván výpočet tzv. čisté současné hodnoty všech příštích finančních toků.

3.5 Metoda exponenciálních trendů

Cílem této metody je stanovit optimální čas vyřazení vozidla z provozu. To je doba, kdy je ještě možné toto vozidlo prodat za dobrou tržní hodnotu. Správným a včasným stanovením dané doby vyřazení nebudou muset být vynaloženy pozdější zvýšené náklady

na údržbu vozidla. K určení tohoto okamžiku potřebujeme znát průběh poklesu tržní hodnoty vozidla v průběhu stárnutí a kumulativní náklady na provoz.

Tuto metodu používáme tehdy, uvažujeme-li o údržbě nebo opravě většího množství součástí po určitém období. Dostaneme se tak k tomu, že hodnota dopravního prostředku během své životnosti bude mít tvar klesající exponenciály.

Exponenciálu poklesu ceny dopravního prostředku v daném čase vyjádříme dle vztahu (2):

$$N(t) = C \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad (2)$$

[1]

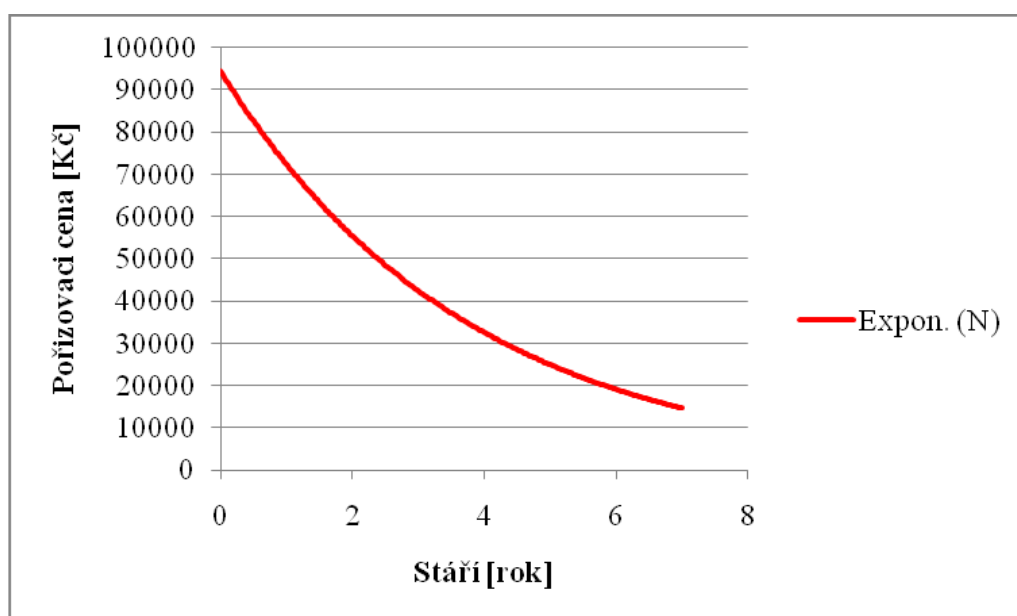
Kde:

$N(t)$ - hodnota prostředku v čase [Kč]

C - nákupní cena dopravního prostředku [Kč]

α - koeficient klesající exponenciály [-]

t - stáří vozidla [rok]



Graf č. 2: Exponenciála poklesu ceny dopravního prostředku

Graf č. 2 znázorňuje průběh stárnutí dopravního prostředku a pokles jeho tržní hodnoty, která je dána jak fyzickým, tak morálním opotřebením vozidla. Tento prvek je řazen mezi základní při určování doby životnosti vozidla.

Exponenciálu růstu údržbových kumulativních nákladů dopravního prostředku v daném čase stanovíme rovnicí:

$$N_u(t) = A \cdot e^{\beta \cdot t} \quad (3)$$

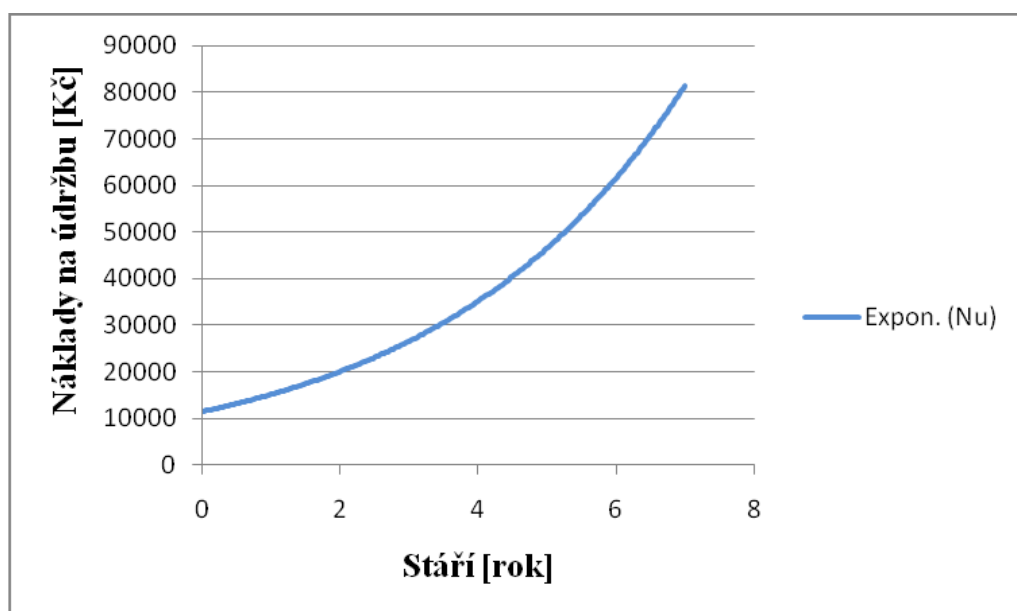
[1]

Kde:

$N_u(t)$ - náklady na údržbu dopravního prostředku v čase [Kč]

A - amplituda udržovacích nákladů [Kč]

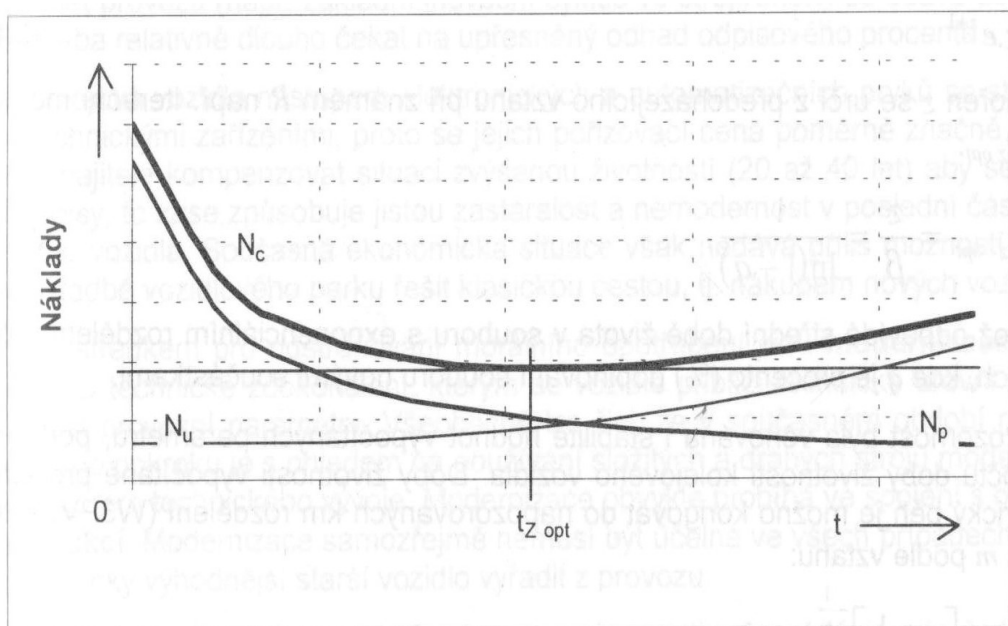
β - koeficient rostoucí exponenciály [-]



Graf č. 3: Exponenciála údržbových kumulativních nákladů

Grafem č. 3 je znázorněn stav, kdy jsou náklady na údržbu v závislosti na čase vzestupného charakteru. Čím je tedy vozidlo starší, tím je finančně náročnější jej udržet v provozuschopném stavu. Náklady do vozidla vložené mají tedy kumulativní charakter.

Pak se celková hodnota dopravního prostředku vypočte součtem zůstatkové ceny a nákladů potřebných k udržení provozu viz Obr. č. 3.:



Graf č. 3: Průběh nákladových funkcí [1]

Celková hodnota dopravního prostředku je následně dána vztahem (4):

$$N_c(t) = C \cdot e^{-\alpha \cdot t} + A \cdot e^{\beta \cdot t} \quad (4)$$

[1]

Nyní je nutno z rovnice (4) vyjádřit čas t (tento čas je optimálním okamžikem pro vyřazení vozidla). V tomto časovém úseku totiž začínají přerůstat náklady na údržbu zůstatkovou cenu vozidla.

Proto hledáme extrém podle času, (viz vztah 5):

$$\frac{dN_c(t)}{dt} = 0 \Rightarrow \alpha \cdot C \cdot e^{-\alpha \cdot t_{zopt}} = \beta \cdot A \cdot e^{\beta \cdot t_{zopt}} \quad (5)$$

[1]

Konečný výpočet optimální doby vyřazení dopravního prostředku je dán vztahem (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{\alpha + \beta} \cdot \ln\left(\frac{\alpha \cdot C}{\beta \cdot A}\right) \quad (6)$$

[1]

3.6 Oceňování vozidel

Pro použití metody exponenciálních trendů a následného zjištění optimální doby života vozidla je potřeba znát průběh tržní hodnoty vozidla. Pro sestrojení tohoto průběhu je potřeba znát pořizovací cenu, zůstatkovou cenu a alespoň dvě tržní hodnoty vozidla v některých letech provozu.

3.7 Odhad horní hranice vyřazení vozidla pomocí testovací statistiky

Námi řešená vozidla MDPO jsou tvořena dvěma skupinami vozidel stejných typů, ale různého stáří. Vzhledem k danému stáří jsou pochopitelně kladeny jiné nároky na údržbu a opravy vozidel. Z vypočtených hodnot optimálního času vyřazení bude zjištěn jen bodový odhad, který je zatížen statistickou chybou, a proto je potřeba odhadnout horní hranici pro vyřazení těchto dvou skupin vozidel s použitím intervalového odhadu a tento čas vyřazení tak zvěrohodnit. [4]

Horní hranice pro vyřazení konkrétní skupiny vozidel bude odhadnuta statistickou metodou. Společnost využívá autobusy, které nemají velké zastoupení jednotlivých typů vozidel, proto použijeme pro odhad horní hranice Studentovo t-rozdělení.

U výše zmíněného rozdělení je možno pomocí intervalů prakticky možných hodnot odvodit náležité intervalové odhady na hladině významnosti α , nebo-li se stupněm spolehlivosti $1 - \alpha$. Z toho je zřejmé, že odhadovaný parametr leží s pravděpodobností α mimo nezávislý interval a s pravděpodobností $1 - \alpha$ leží uvnitř nezávislého intervalu. Pokud bude hodnota stupně volnosti větší, bude interval delší.

Při odhadu horní hranice se pro tento případ používá jednostranný test, kde je hladina významnosti $\alpha = 0,1$. Tato hodnota odpovídá devadesáti procentům pravděpodobnosti horní hranice pro vyřazení vozidla. ($c=0.9$)

V první části výpočtu je potřeba z již vypočtených optimálních dob životnosti vypočíst aritmetický průměr pomocí následujícího vztahu (7):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad [\text{rok}] \quad (7)$$

[2]

Kde:

\bar{x} - Aritmetický průměr [rok]

x_i - Doba optimální životnosti vozidla [rok]

n - Počet vozidel [ks]

V druhé fázi výpočtu je nutno použít vztah (8) pro výpočet redukovaného rozptylu ve tvaru (tento redukovaný rozptyl výběru lze také vypočítat pomocí přednastavené funkce MS EXCEL, která se nazývá SMODCH.Výběr):

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad [-] \quad (8)$$

[4]

Kde:

S - redukovaný rozptyl výběru [-]

V třetí části bude využita matematická statistika, tzv. Z-statistika (testovací statistika), jejichž základní tvar je uveden ve vztahu (9). Tato testovací statistika má tzv. Studentovo t-rozdělení s (n-1) stupni volnosti.

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{S} \cdot \sqrt{n} \quad [-] \quad (9)$$

[4]

Kde:

Z - testovací statistika [-]

μ - populační průměr [rok]

Pro výpočet horní hranice pro vyřazení lze použít následující vztah (10):

$$T_h = \bar{x} + \frac{Z \cdot S}{\sqrt{n}} \quad [\text{rok}] \quad (10)$$

[4]

Kde:

T_h - horní hranice pro vyřazení vozidla [rok]

4. Stanovení doby pro vyřazení vozidel s využitím provozních dat

Jak již bylo v teoretické části uvedeno, ke stanovení optimální doby je nutno znát kumulativní náklady na údržbu a opravy vozidla a jeho průběh tržní hodnoty během stárnutí.

4.1 Sestrojení průběhu tržní hodnoty vozidla

K sestrojení průběhu tržní hodnoty je potřeba znát pořizovací ceny vozidel (tabulka č. 1) a tržní hodnoty vozidel v některých letech. Tyto tržní hodnoty vozidel mně byly sděleny na odborné konzultaci v MDPO. Pro vozidla SOR 9,5 - B jsou uvedeny v tabulce č. 2 a pro SOLARIS URBINO 12 v tabulce č. 3.

Tabulka č. 1: Pořizovací ceny vybraných vozidel [5]

Značka vozidla	Pořizovací hodnota [Kč] (bez DPH)
SOR 9,5 - B	3 221 000
SOLARIS URBINO 12	5 750 000

Tabulka č. 2: Tržní hodnoty vozidel SOR 9, 5 - B [5]

Stáří [Roky]	Tržní hodnoty [Kč] (bez DPH)
2	2 200 000
8	600 000
11	350 000
12	210 000
13	180 000

Tabulka č. 3: Tržní hodnoty vozidel SOLARIS URBINO 12 [5]

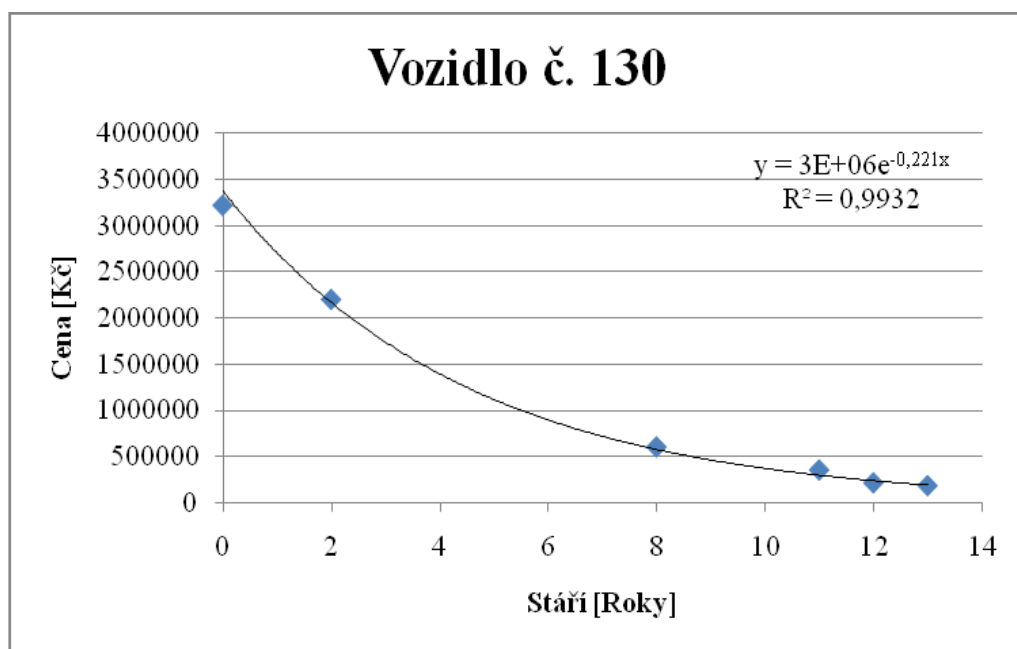
Stáří [Roky]	Tržní hodnoty [Kč] (bez DPH)
2	4 500 000
6	2 000 000
8	1 000 000
9	700 000

SOR 9,5 – B, evidenční č. 130

Pro tento autobus bude vzorově sestrojen graf č. 4 ukazující průběh klesající tržní hodnoty. Tento graf sestrojíme na základě tabulky č. 4, kde jsou uvedeny tržní hodnoty v jednotlivých letech (stáří nula značí pořizovací hodnotu). Vzniklé body v grafu jsou proloženy exponenciální spojnici trendu a zároveň je zobrazena rovnice regrese. Z této rovnice regrese pak určíme potřebný koeficient klesající exponenciály α . Tento koeficient je roven 0,221.

Tabulka č. 4: Tržní hodnoty vozidla evidenčního č. 130 během stárnutí

Stáří [roky]	Cena [Kč] (bez DPH)
0	3 221 000
2	2 200 000
8	600 000
11	350 000
12	210 000
13	180 000



Graf č. 4: Průběh klesající tržní hodnoty Autobusu SOR 9,5 – B, ev. č. 130

Z důvodů rozsáhlosti těchto grafů průběhu klesající tržní hodnoty, budou tyto grafy pro ostatní vozidla uvedeny v příloze 8.2. Na základě těchto grafů všech vozidel jsou potřebné parametry α zobrazeny v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Koeficienty klesající exponenciály α všech autobusů

Vozidlo evidenčního č.	α
130	0,221
131	0,218
132	0,218
133	0,205
134	0,205
140	0,233
141	0,233
142	0,233
143	0,21

4.2 Sestrojení průběhu kumulativních nákladů a výpočet optimální doby vyřazení

Abychom mohli vypočítat optimální dobu vyřazení vozidla z provozu, je ještě potřeba znát kumulativní náklady na údržbu. Ty lze vypočítat z nákladů v jednotlivých letech (viz příloha 8.3). Tabulka kumulativních nákladů na provoz všech vozidel v jednotlivých letech je uvedena v příloze 8.4. Poskytnutá data jsou z let 2004 až 2011, tzn. za posledních 8 let provozu. Pouze u autobusu s evidenčním číslem 143 jsou poskytnuta

data jen za posledních 6 let. Tento autobus byl sice uveden do provozu v roce 2004, ovšem kvůli prvotní dvouleté záruce, která by nám zkreslovala výpočty (během prvních dvou let téměř nulové náklady), nejsou tyto náklady uvedeny.

Z důvodu rozsáhlosti těchto výpočtů je proveden výpočet jen u dvou autobusů. Jedná se o autobus SOR 9,5 – B s evidenčním číslem 130 a autobus SOLARIS URBINO 12 s evidenčním číslem 140. Ostatní průběhy kumulativních nákladů a výpočty optimálních dob jsou uvedeny v příloze 8.5.

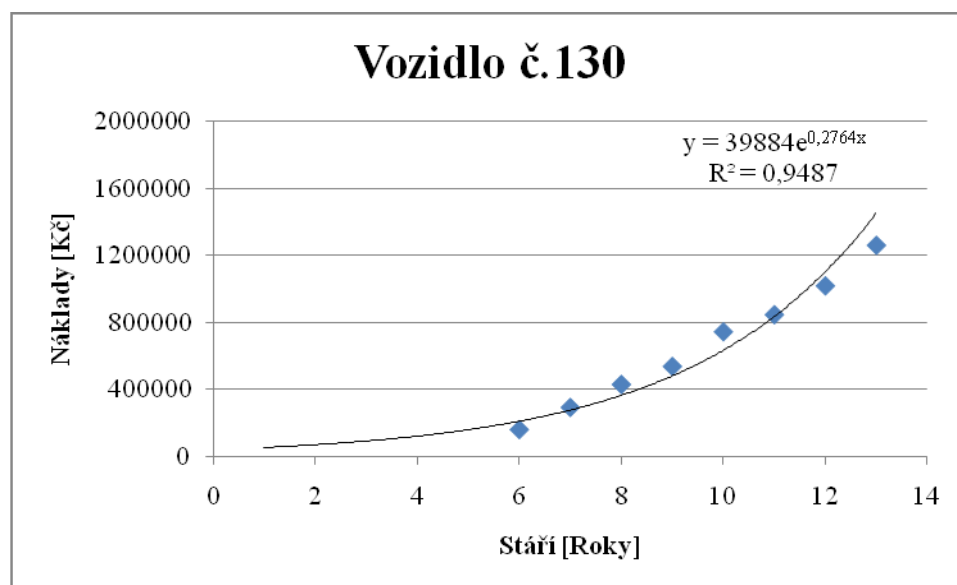
Autobus SOR 9,5 – B, č. 130:

Na základě kumulativních nákladu na údržbu a opravy vozidla (tabulka č. 6.) je sestrojen graf č. 9. Vzniklé body v grafu jsou pomocí funkce spojnice trendu proloženy exponenciální spojnici trendu, která má rostoucí průběh. Následně je v grafu č. 9 zobrazena rovnice regrese, ze které lze určit zbývající parametry potřebné k stanovení optimálního vyřazení vozidla z provozu. Tyto parametry se nazývají amplituda udržovacích nákladů A , která je rovna 39 884 a dále pak koeficient rostoucí exponenciály β , který má hodnotu 0,2764.

Dále je v grafu č. 9 obsažena hodnota spolehlivosti R , jež udává kvalitu proložení provozních dat. Čím více se hodnota spolehlivosti blíží jedné, tím lepší je kvalita proložení dat, tzn., že hodnotu 0,9487 lze pokládat za velmi dobrou.

Tabulka č. 6: Kumulativní a jednotkové náklady vozidla s evidenčním. č. 130

SOR 9,5 B evidenční číslo 130		
Doba provozu [Roky]	Náklady v jednotlivých letech [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
6	157 496	157 496
7	132 916	290 412
8	137 674	428 086
9	108 177	536 263
10	207 226	743 489
11	102 665	846 154
12	173 072	1 019 226
13	243 119	1 262 345



Graf č. 9: Průběh kumulativních nákladů na údržbu vozidla SOR 9,5 - B, vůz č. 130

Tabulka č. 7 : Zjištěné parametry autobusu SOR 9,5 - B, evidenční č. 130

Vozidlo č.	C	α	β	A
130	3 221 000	0,221	0,2764	39884

Podle zjištěných parametrů z tabulky č. 7 dosadíme do vztahu (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,221 + 0,2764} \cdot \ln\left(\frac{0,221 \cdot 3221000}{0,2764 \cdot 39884}\right) = 8,82 \text{ let}$$

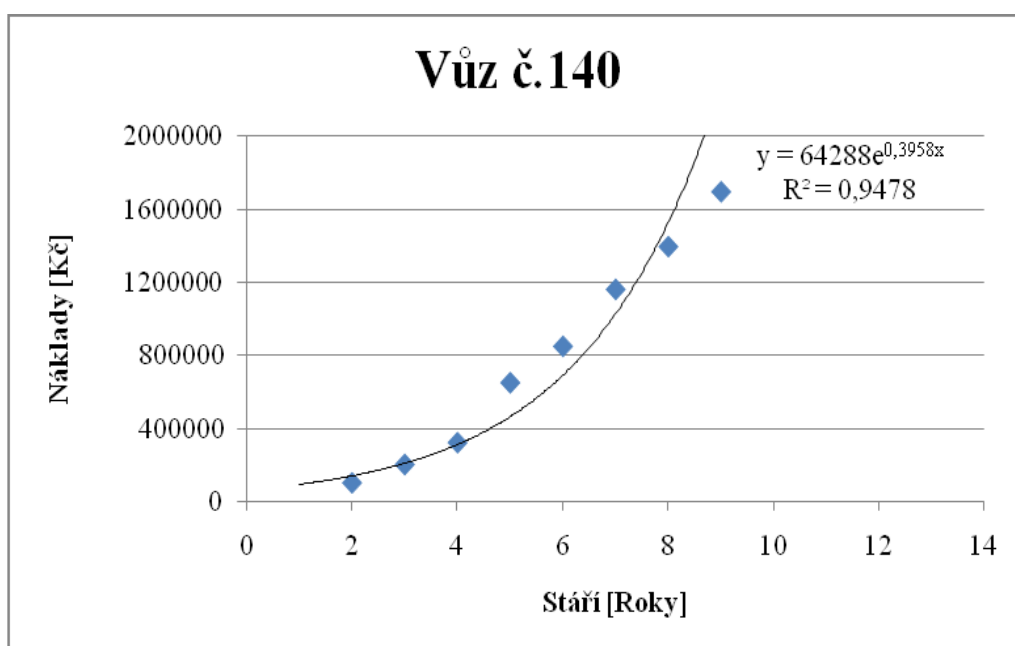
Optimální doba vyřazení tohoto autobusu SOR 9,5 – B evidenčního čísla 130 je po 8,82 letech.

SOLARIS URBINO 12, evidenční č. 140:

Na základě kumulativních nákladů na údržbu a opravy vozidla (tabulka č. 8.) je sestrojen graf č. 10. Vzniklé body v grafu jsou pomocí funkce spojnice trendu proloženy exponenciální spojnici trendu, která má rostoucí průběh. Následně je v grafu č. 10 zobrazena rovnice regrese, ze které lze určit zbývající parametry potřebné k určení optimálního času vyřazení vozidel. Tyto parametry se nazývají amplituda udržovacích nákladů A, která je rovna 64 288 a dále pak koeficient rostoucí exponenciály β , který má hodnotu 0,3958.

Tabulka č. 8: Kumulativní a jednotkové náklady vozidla s evidenčním. č. 140

SOLARIS URBINO 12, evidenční číslo 140		
Doba provozu [Roky]	Náklady v jednotlivých letech [Kč]	Kumulativní náklady [Kč]
2	104 278	104 278
3	100 346	204 624
4	120 076	324 700
5	328 478	653 178
6	199 114	852 292
7	312 509	1 164 801
8	234 374	1 399 175
9	300 571	1 699 746



Graf č. 10: Průběh kumulativních nákladů na údržbu vozidla SOLARIS URBINO 12, vůz č. 140

Tabulka č. 9 : Zjištěné parametry autobusu SOR 9,5 - B, evidenční č. 130

Vozidlo č.	C	α	β	A
1410	3 221 000	0,233	0,3958	64288

Podle zjištěných parametrů z tabulky č. 9 dosadíme do vztahu (6):

$$t_{opt} = \frac{1}{0,233 + 0,3958} \cdot \ln \left(\frac{0,233 \cdot 5750000}{0,3958 \cdot 64288} \right) = 7,15 \text{ let}$$

Optimální doba vyřazení tohoto autobusu SOLARIS URBINO 12 evidenčního čísla 140 je po 7,15 letech.

Dle výpočtů uvedených v příloze 8.5 a této kapitole byly zjištěny u jednotlivých vozidel optimální časy vyřazení. Tyto výsledky jsou pro orientaci uvedeny v následující tabulce č. 10.

Tabulka č. 10: Vypočtené optimální doby pro vyřazení všech vozidel

Typ Autobusu	ev. č.	T optim [Roky]
SOR B-9,5	130	8,83
SOR B-9,5	131	8,36
SOR B-9,5	132	7,92
SOR B-9,5	133	7,69
SOR B-9,5	134	7,77
SOLARIS URBINO 12	140	7,15
SOLARIS URBINO 12	141	7,39
SOLARIS URBINO 12	142	7,25
SOLARIS URBINO 12	143	7,72

4.3 Výpočet horní hranice pro vyřazení vozidel

Pro výpočet horní hranice vyřazení je potřeba mít vypočtené optimální doby vyřazení všech řešených vozidel. Tyto optimální doby jsou uvedeny ve výše uvedené tabulce č. 10. Z této tabulky jsou vybrány dva soubory hodnot. První soubor se týká pěti vozidel značky SOR 9,5 - B a druhý čtyř autobusů SOLARIS URBINO 12. Jelikož v každém ze souborů je obsaženo méně než třicet hodnot, je zde využito Studentovo t-rozdělení. Nyní bude proveden výpočet horních hranic:

SOR 9,5B

V první části je vypočítán aritmetický průměr optimálních dob životnosti daného souboru hodnot pomocí vzorce (7).

$$\bar{x} = \frac{1}{5} \cdot \sum (8,83 + 8,36 + 7,92 + 7,69 + 7,77)$$

$$\bar{x} = 8,12 \text{ roků}$$

V druhé části je vypočítán redukovaný rozptyl pomocí předdefinované funkce SMODCH.VÝBĚR v programu MS EXCEL. Tento redukovaný rozptyl lze také vypočítat podle vzorce (8).

$$S = 0,48$$

V následující části je nutno provést výpočet Z-statistiky. Výpočet je rovněž proveden pomocí programu MS EXCEL s využitím funkce TINV, která je obsažena v kategorii statistické funkce. Pro tuto funkci jsou stěžejní dva údaje:

1. Protože program MS EXCEL v případě Studentova t-rozdělení neprovádí příliš přesné výpočty, je třeba tomu zabránit. To se provede tak, že zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,1$ bude vynásobena dvěma. Pro tento případ pak bude hodnota hladiny významnosti $\alpha = 0,2$
2. Počet stupňů volnosti, který odpovídá hodnotě 4, podle vztahu $(n-1)$ kdy $n = 5$

$$\text{TINV}(\alpha, n)$$

$$\text{TINV}(0.2, 4)$$

Pak hodnota Z-statistiky je $Z = 1,53$

Ze všech vypočtených hodnot je pak možno vypočítat již zmíněnou horní hranici vyřazení podle vzorce (10).

$$T_h = 8,12 + \frac{1,53 \cdot 0,48}{\sqrt{5}}$$

$$T_h = 8,44 \text{roků}$$

Horní hranice pro vyřazení vozidel značky SOR 9,5 B je 8,44 let.

SOLARIS URBINO 12

V první části je vypočítán aritmetický průměr optimálních dob životnosti daného souboru hodnot pomocí vzorce (8).

$$\bar{x} = \frac{1}{4} \cdot \sum (7,15 + 7,39 + 7,25 + 7,72)$$

$$\bar{x} = 7,38 \text{roků}$$

V druhé části je vypočítán redukovaný rozptyl pomocí předdefinované funkce SMODCH.VÝBĚR v programu MS EXCEL. Toto lze vypočítat také podle vzorce (9).

$$S = 0,25$$

V následující části je nutno provést výpočet Z-statistiky. Výpočet je rovněž proveden pomocí programu MS EXCEL s využitím funkce TINV, která je obsažena v kategorii statistické funkce. Pro tuto funkci jsou stěžejní dva údaje:

1. Protože program MS EXCEL v případě Studentova t-rozdělení neprovádí příliš přesné výpočty, je třeba tomu zabránit. To se provede tak, že zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,1$ bude vynásobena dvěma. Pro tento případ pak bude hodnota hladiny významnosti $\alpha = 0,2$
2. Počet stupňů volnosti, který odpovídá hodnotě 3 podle vztahu $(n-1)$ kdy $n = 4$

$$\text{TINV}(\alpha, n)$$

$$\text{TINV}(0.2, 3)$$

Pak hodnota Z-statistiky je $Z = 1,64$

Ze všech vypočtených hodnot je pak možno vypočítat již zmíněnou horní hranici vyřazení podle vzorce (10).

$$T_h = 7,37 + \frac{1,64 \cdot 0,25}{\sqrt{4}}$$

$$T_h = 7,58 \text{roků}$$

Horní hranice pro vyřazení vozidel značky SOLARIS URBINO 12 je 7,58 let

5. Návrh obnovy parku silničních vozidel

V předchozí kapitole byla vypočtena optimální doba životnosti všech vozidel. Následně na základě těchto optimálních dob byly spočteny horní hranice těchto dvou typových skupin vozidel. Roky vyřazení vozidel se poté určí na základě vypočtených horních hranic, které jsou uvedeny v následující tabulce č. 11.

Tabulka č. 11: Horní hranice vyřazení autobusů

Skupiny autobusů	Horní hranice vyřazení [Roky]
SOR 9,5 B	8,44
SOLARIS URBINO 12	7,58

Bylo zjištěno, že pro všech devět řešených vozidel již byla tato horní hranice vyřazení překročena. U některých vozů je tato hranice překročena dokonce o pět až šest let. Konkrétní roky, kdy měly být tyto autobusy vyřazeny z provozu a nahrazeny novými jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Tabulka č. 12: Roky vyřazení stávajících vozidel

Typ Autobusu	ev. č.	Rok uvedení do provozu	Rok vyřazení
SOR B-9,5	130	1998	2006
SOR B-9,5	131	1999	2007
SOR B-9,5	132	1999	2007
SOR B-9,5	133	2000	2008
SOR B-9,5	134	2000	2008
SOLARIS URBINO 12	140	2002	2009
SOLARIS URBINO 12	141	2002	2009
SOLARIS URBINO 12	142	2002	2009
SOLARIS URBINO 12	143	2004	2011

Následující odstavce obsahují návrh několika variant obnovy těchto zastaralých vozidel. V dnešní době je možno vybírat autobusy od několika výrobců, např. SOR, IRISBUS IVECO a SOLARIS. Na vozidla těchto značek bude návrh obnovy zaměřen.

Na navrženou obnovu vozidlového parku budou vybrány vozidla tak, aby měly podobné technické parametry jako vozy předešlé. Nejdůležitější roli při výběru autobusu bude hrát cena nových vozů, ale také záruční lhůta udaná výrobcem. Tato záruční lhůta v prvních letech provozu výrazně snižuje provozní náklady, ale rovněž je potřeba brát v úvahu značky autobusů, které MDPO provozuje. Je taktéž nutno zvážit budoucí provozní náklady autobusů.

Budou navrženy tři varianty obnovy. Při výběru a návrhu autobusů je snahou docílit takových variant, aby MDPO nakoupil autobusy pouze jednoho výrobce. Tím lze dosáhnout lepších smluvních cen a záruk na vozidla. Po provedení ekonomického zhodnocení v další kapitole bude vybrána nejvhodnější varianta.

5.1 Varianta A

Jedná se o náhradu stávajících 5 autobusů SOR 9,5 – B, autobusy značky SOLARIS URBINO 10 a čtyři autobusy SOLARIS URBINO 12 první generace - tyto by byly nahrazeny stejným typem SOLARIS URBINO 12 třetí generace.

SOLARIS URBINO 12

Tento nový model autobusu dostal novou podobu vnějších tvarů a vnitřního vybavení. Velká změna oproti předchozímu modelu je na čelní straně vozidla. Byla nově navržena podokenní linie, která připomíná tvar padající vlny. Dále jsou zde nová světla, maska a kapota. [8]

Skelet autobusu je tvořen samonosnou konstrukcí, která je svařena z nerezové oceli. Pro stavbu jsou použity velkoprostorové profily, které zvyšují tuhost a snižují vibrace. Bočnice jsou vyrobeny z nerezového plechu a spodní části autobusu z hliníku. Přední a zadní část karoserie je vyrobena z umělé hmoty, která je navíc vyztužena skelnými vlákny.

Interiér vozidla je velmi prostorný a je vytvořen tak, aby byl bezbariérový. Pro kvalitní cirkulaci vzduchu je zde optimální vzduchotechnické zařízení.

Motorová a převodová část je sladěna tak, aby byl co největší jízdní komfort cestujících a zároveň malá spotřeba PHM. Motor je zde použit od Firmy IVECO .

Elektroinstalace je založena na systému CAN-Bus. Díky tomuto systému je možno omezit množství elektrických rozvodů v autobuse, což by mělo zvýšit bezporuchovost celé této elektrické instalace. Podrobné technické údaje jsou uvedeny v příloze 8.6.



Obrázek č. 6: SOLARIS URBINO 12

SOLARIS URBINO 10

Je to totožný autobus vyroben stejnou technologií od stejného výrobce jako výše zmíněný SOLARIS URBINO 12. Jediný rozdíl mezi těmito dvěma vozidly je v jejich délce. SOLARIS URBINO 10, jak vidíme v názvu, má délku 10 metrů. Z toho vyplývá, že bude mít menší kapacitu, konkrétně o 18 míst k sezení méně. Podrobné technické údaje jsou uvedeny v příloze 8.7. [8]

5.2 Varianta B

Jedná se o náhradu stávajících 5 autobusů SOR 9,5 – B rovněž novějším modelem SOR BN 9,5, avšak místo autobusů SOLARIS URBINO 12, by bylo vhodnější zvolit značku SOR NB 12 CITY, která má shodné parametry jako SOLARIS URBINO 12.

SOR NB 12 CITY

Karoserie tohoto autobusu zaujme sníženou výškou a zvětšeným nízko položeným zasklením, to mu dodává moderní vzhled. Je možno používat všechny čtyři dveře. Díky tomu je zaručena rychlá výměna cestujících v období přepravních špiček. Podlaha je zde ve velmi nízké úrovni a to 340mm nad vozovkou. [9]

Interiér je variabilní a lze ho uspořádat dle potřeb, například pro invalidní vozíky. Tento interiér a zároveň cestující je možné sledovat z místa řidiče kamerovým systémem. To nám zaručí větší bezpečnost a odradí případné vandaly od ničení vnitřku vozu.

Podvozek je tvořen nezávislou přední nápravou SOR včetně mechanismu řízení, spolu s tuhým plošinovým rámem. Zadní náprava je portálová, značky VOITH-Graziano a je osazena úzkoprofilovými pneumatikami Brigstone s profilovým číslem 45. Dvě trojúhelníková ramena zachycující boční síly na nápravu jsou umístěna v podběžích zadních kol. Takto je zajištěno velice malé naklápění autobusu při průjezdu zatáčkami.

Motor je umístěn v levém boku v zadním převisu. Je použit šestiválcový stojatý motor IVECO NEF spolu s automatickou šestistupňovou převodovkou ZF, díky nim by měl být provoz velmi hospodárný. K hospodárnému provozu samozřejmě přispívá lehká stavba karoserie.

Autobus je vybaven elektrickou sítí s použitím CAN-BUS systému. Tento systém informuje řidiče například o poruchách elektrické sítě, o pohybu cestujících v prostoru dveří, ale také spotřebě paliva.

Kapacita autobusu je 99 míst včetně místa řidiče. Podrobné technické údaje včetně nákresu nalezneme v příloze 8.6.



Obrázek č. 7: SOR NB 12 CITY

SOR BN 9,5

Je to městský nízkopodlažní autobus, který má ve dvou třetinách sníženou podlahu. Ve středních dveřích je umístěna plošina pro bezbariérový nástup a výstup. Délka tohoto autobusu je 9,6metrů. Je určen především na přepravu velkého množství osob na krátké vzdálenosti ve městě. [9]

Rozmístění sedadel je uspořádáno tak, aby autobus pojal velké množství stojících cestujících. Tento autobus má prostor pro kočárek nebo invalidní vozík. Pojme 26 sedících a 48 stojících osob ve třídveřovém provedení.

Je vybaven automatickou převodovkou Alison T280R a motorem IVECO Tector F4AE3682F o výkonu 185 kW, který splňuje emisní normu EURO V. Podrobné technické údaje a nákresy jsou uvedeny v příloze 8.7.



Obrázek č. 8: SOR BN 9,5

5.3 Varianta C

Jedná se o náhradu všech uvedených devíti vozidel značkou IRISBUS IVECO CITELIS 12. Ve srovnání se značkou SOR je zhruba o dva metry delší a kapacita autobusu je větší cca o 20 míst. Odlišnost vlastností tedy není až tak velká a můžeme toto vozidlo pro tuto obnovu použít.

Ve srovnání se značkou SOLARIS URBINO 12 jsou vlastnosti téměř totožné. U této značky by bylo velké pozitivum v tom, že MDPO vlastní již 10 kusů těchto vozidel.

IRISBUS IVECO CITELIS 12

Je nejnovější model městského dvounápravového nízkopodlažního autobusu společnosti IRISBUS. Začal se vyrábět v roce 2005 a je nástupcem modelu CITYBUS 12M. [10]

Má samonosnou karoserii, která je sešroubovaná z šesti panelů. Střecha je vyrobena z ocelového plechu, přední a zadní panel jsou z plastu. Boční panely jsou vyrobeny z hliníkového plechu, což zaručuje dlouhou životnost. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají dovnitř se vstupem bez schodu. Autobus je rovněž vybaven vyklápěcí plošinou pro vozíčkáře a zajišťuje tak bezbariérový nástup a výstup.

Interiér vozu je vytvořen pro maximální komfort cestujících. Sedačky jsou potáhnuty tkaninou. Podlaha je potažená protiskluzovou svařovanou PVC krytinou. Boky jsou obloženy laminátovými panely. Vůz je také vybaven zpětnými zrcátky pro kontrolu prostoru u dveří z místa řidiče. Kapacita vozu je až 97 míst, z toho 65 ke stání a 32 k sezení.

Tento autobus je vybaven motorem IVECO CURSOR 8, který splňuje přísnou emisní normu Euro IV. Pro co nejvyšší jízdní komfort je zde převodovka VOITH, která je ideálně sladěna s motorovou částí.

Podrobné technické údaje najdeme v příloze č. 8.8.



Obrázek č. 9: IRISBUS IVECO CITELIS 12

6. Technicko-ekonomické zhodnocení

Na základě vypočtených hodnot optimálního času vyřazení (metodou exponenciálních trendů), byly vypočteny horní hranice (Z-statistikou) vyřazení řešených dvou skupin vozidel. Následně po určení horních hranic vyřazení těchto dvou skupin vozidel byly zjištěny roky, ve kterých mají být jednotlivé vozidla vyřazeny. Bylo zjištěno, že všech devět řešených autobusů již mělo být vyřazeno v minulých letech (tabulka č. 12).

Z tohoto důvodu byly navrženy tři varianty obnovy. Varianty obnovy jsou navrženy tak, aby každá z nich byla zastoupena jen značkou jednoho výrobce. Při případné koupi většího množství autobusů lze totiž vytvořit výhodné smluvní ceny.

Ceny autobusů, které budou v tomto ekonomickém zhodnocení uvedeny, byly zjištěny na základě telefonických rozhovorů s obchodními zástupci firem zabývajících se prodejem vozidel níže uvedených značek. Zjištěné ceny se vztahují na základní modely autobusů a jsou uvedeny bez DPH. Při návrhu bude pracováno s vozidly značek SOR, IRISBUS IVECO a SOLARIS.

Nyní budou vyčísleny náklady na obnovu u všech tří variant:

Varianta A:

V této variantě budou stávající vozidla nahrazena dvěma typy vozidel polského výrobce SOLARIS BUS & COACH. Finanční propočet této varianty obnovy je uveden v tabulce č. 13.

Tabulka č. 13: Varianta A – finanční propočet této obnovy

Stávající vozidlo	ev. č.	Navrhované vozidlo	Pořizovací cena [Kč] (bez DPH)
SOR 9,5 - B	130	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	131	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	132	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	133	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	134	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOLARIS URBINO 12	140	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
SOLARIS URBINO 12	141	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
SOLARIS URBINO 12	142	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
SOLARIS URBINO 12	143	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
Celkové náklady obnovy			36 800 000

Varianta B:

Pro tuto variantu obnovy budou využity dva typy autobusů značky SOR. Cenový propočet je uveden v tabulce č. 14.

Tabulka č. 14: Varianta B – Finanční propočet této obnovy

Stávající vozidlo	ev. č.	Navrhované vozidlo	Pořizovací cena [Kč] (bez DPH)
SOR 9,5 - B	130	SOR BN 9,5	3 900 000
SOR 9,5 - B	131	SOR BN 9,5	3 900 000
SOR 9,5 - B	132	SOR BN 9,5	3 900 000
SOR 9,5 - B	133	SOR BN 9,5	3 900 000
SOR 9,5 - B	134	SOR BN 9,5	3 900 000
SOLARIS URBINO 12	140	SOR NB 12 city	4 500 000
SOLARIS URBINO 12	141	SOR NB 12 city	4 500 000
SOLARIS URBINO 12	142	SOR NB 12 city	4 500 000
SOLARIS URBINO 12	143	SOR NB 12 city	4 500 000
Celkové náklady obnovy			37 500 000

Varianta C:

U této obnovy bude použit jen jeden typ autobusů a to IRISBUS IVECO CITELIS 12, kterých již MDPO od loňského roku vlastní 10 kusů. Cenová kalkulace této obnovy je uvedena v tabulce č. 15.

Tabulka č. 15: Varianta C – finanční propočet této obnovy

Stávající vozidlo	ev. č.	Nahrazené vozidlo	Pořizovací cena [Kč] (bez DPH)
SOR 9,5 - B	130	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOR 9,5 - B	131	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOR 9,5 - B	132	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOR 9,5 - B	133	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOR 9,5 - B	134	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOLARIS URBINO 12	140	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOLARIS URBINO 12	141	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOLARIS URBINO 12	142	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
SOLARIS URBINO 12	143	IRISBUS IVECO CITELIS 12	5 300 000
Celkové náklady obnovy			47 700 000

Ve výše uvedených finančních propočtech (tabulka č. 13, 14 a 15) jsou spočteny celkové náklady na obnovu všech. Z těchto údajů lze vyčíst a ekonomicky posoudit, že první varianta je nejméně zatěžující pro rozpočet MDPO. Jsou zde preferovány dva typy vozidel značky SOLARIS. Při případné koupi je však potřeba brát v úvahu nejen cenu pořízení, ale také budoucí provozní náklady.

Časový plán obnovy

Vzhledem k velké finanční náročnosti obnovy vozidel je nutno stanovit časový plán této obnovy. Ten v tomto případě bude stanoven na následující dva roky.

Přestože první varianta je finančně nejméně náročná, tak cena obnovy 36 800 000Kč (bez DPH) je stále vysoká. Proto je navrženo obnovu vozidel rozdělit na dvě fáze obnovy a tím docílit menší míry zatížení rozpočtu podniku.

První fáze obnovy by měla být provedena ke konci roku 2012. Jednalo by se o obnovu pěti vozidel značek SOR 9,5 – B. Tyto autobusy by měly být obnoveny jako první, z důvodu, že jejich věkový průměr je vyšší než u značky SOLARIS. Cenová kalkulace první fáze obnovy je 20 000 000 Kč bez DPH (tabulka č. 16.)

Tabulka č. 16: Cenová kalkulace první fáze obnovy

Stávající vozidlo	ev. č.	Nahrazené vozidlo	Pořizovací cena [Kč] (bez DPH)
SOR 9,5 - B	130	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	131	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	132	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	133	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
SOR 9,5 - B	134	SOLARIS URBINO 10	4 000 000
Celková cena obnovy			20 000 000

Druhá fáze by měla být provedena ke konci roku 2013. Zde budou obnoveny čtyři autobusy značky SOLARIS URBINO 12. Cenová kalkulace této fáze je o něco nižší než u první a činí 16 800 000 Kč bez DPH. (tabulka č. 17)

Tabulka č. 16: Cenová kalkulace první fáze obnovy

Stávající vozidlo	ev. č.	Nahrazené vozidlo	Pořizovací cena [Kč] (bez DPH)
SOLARIS URBINO 12	140	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
SOLARIS URBINO 12	141	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
SOLARIS URBINO 12	142	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
SOLARIS URBINO 12	143	SOLARIS URBINO 12	4 200 000
Celková cena obnovy			16 800 000

Způsob financování vozidel

Obnova většího množství dopravních prostředků je finančně náročná. Jelikož platba v hotovosti není reálná, lze využít financování formou leasingu či úvěru ale i dotací evropské unie. Tyto způsoby budou popsány níže.

Finanční leasing

Je založen na dlouhodobém pronájmu předmětu leasingu (vozidla). Majitelem předmětu leasingu je po celou dobu splácení leasingová společnost. Po ukončení leasingové smlouvy má nájemce překupní právo na předmět leasingu. Délka doby trvání u leasingu vozidel je pět let. Akontace (první splátka) se pohybuje až do 70 % pořizovací ceny vozidla (dle podmínek uvedených v leasingové smlouvě). Výhodou je zde zahrnutí havarijního pojištění a povinného ručení do leasingových splátek.

Úvěr

Úvěr je určen pro pořízení vozidel, strojů a různých předmětů. Oproti leasingu se předmět úvěru stává majetkem podniku ihned a tento majetek lze i odepisovat. Je možno úvěr kdykoliv předčasně doplatit (podmínky bývají stanoveny v úvěrové smlouvě). Minimální doba splácení může být již od šesti měsíců. Zde je velkou výhodou, že splátka úvěru není zatížena DPH a je tak možno odpočíst celé DPH z kupní ceny k datu pořízení vozidla. Výše měsíčních splátek je neměnná. Splátky většinou obsahují ještě zvláštní pojištění jako je pojištění schopnosti splácet.

Dotace

Zároveň lze v současnosti využít na podporu rozvoje hromadné dopravy osob dotace z fondu Evropské unie.

V závěru bych chtěl dodat, že vypočtené optimální doby vyřazení životnosti jsou spíše teoretické. Jelikož prodej ojetých městských autobusů není zrovna jednoduchý, téměř nemožný, dochází v praxi k tomu, že doba obnovy se většinou uskutečňuje po delším časovém intervalu. Životnost autobusů se pak v praxi pohybuje okolo patnácti let, někdy i více. Po této době je již autobus neprodejný a putuje k likvidaci.

7. Seznam použité literatury:

- [1] DANĚK, Alois a Jaromír ŠIROKÝ. *Teorie obnovy dopravních prostředků*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 1999, 153 s. ISBN 80-707-8568-3
- [2] DANĚK, Alois, Jaromír ŠIROKÝ a Jan FAMFULÍK. *Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků*. Vyd. 1. Ostrava: Repronis, 1999, 152 s. ISBN 80-861-2241-7
- [3] FAMFULÍK, Jan. *Teorie údržby*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 132 s. ISBN 80-248-1029-8
- [4] Konzultace vedoucího bakalářské práce, Ing. Jan Famfulík, Ph.D., [9.5.2012]
- [5] Konzultace v Městském dopravním podniku Opava [1.2.2012]
- [6] MĚSTSKÝ DOPRAVNÍ PODNIK OPAVA. [online]. 30.03.2012 10:25:50 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.mdpo.cz/>
- [7] M-D živě. [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: www.mhdzive.cz
- [8] SOLARIS. [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: www.solarisbus.pl/cz/vozidla.html
- [9] SOR Libchavy spol. s r. o. [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: www.sor.cz
- [10] TEZAS: Autorizovaný dealer pro autobusy IRISBUS IVECO. [online]. [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: www.tezas.cz/autobusy-iveco-mestske
- [11] VINTR, Z.: *Specifikace požadavků na bezporuchovost technických objektů*, disertační práce, Brno: Vojenská akademie 1998
- [12] ČSN IEC 300-3-3. *Analýza nákladů životního cyklu*. Praha: Český normalizační institut. 1997
- [13] ČSN IEC 50(191): *Mezinárodní elektrotechnický slovník*, Český normalizační institut Praha, 1990
- [14] ČSN ISO 9000 : 2000: *Systémy management jakosti – Základy, zásady a slovník*, Český normalizační institut Praha, 2000

PODĚKOVÁNÍ

Tím chci poděkovat vedoucímu bakalářské práce

Ing. Janu Famfulíkovi, Ph.D.

za jeho čas a informace, které mi pro napsání bakalářské práce poskytl.

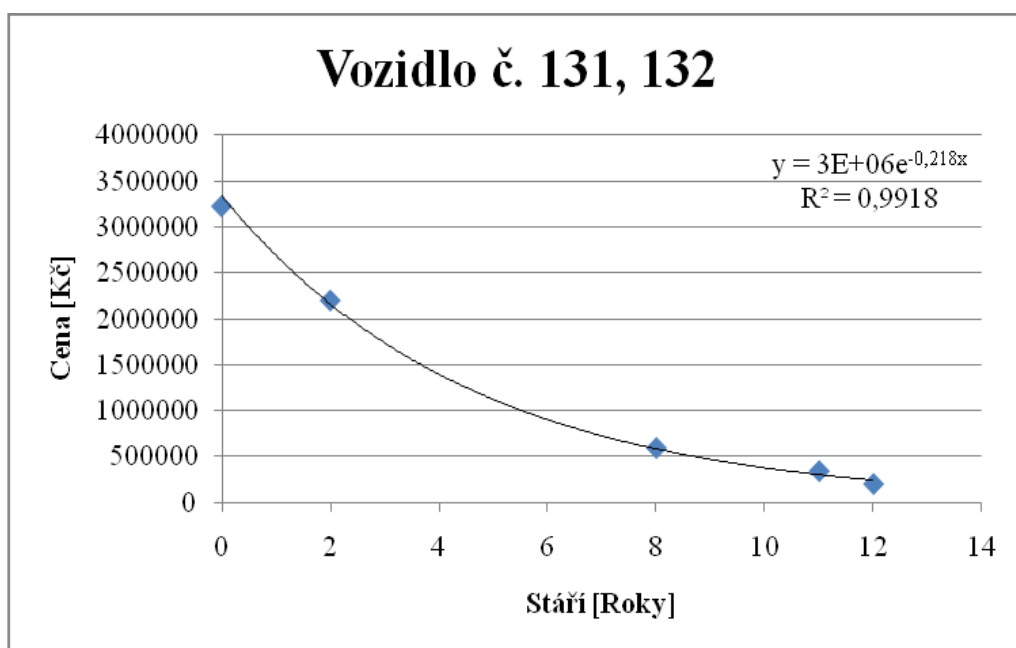
Vážím si toho a tímto mu děkuji.

8. Přílohy

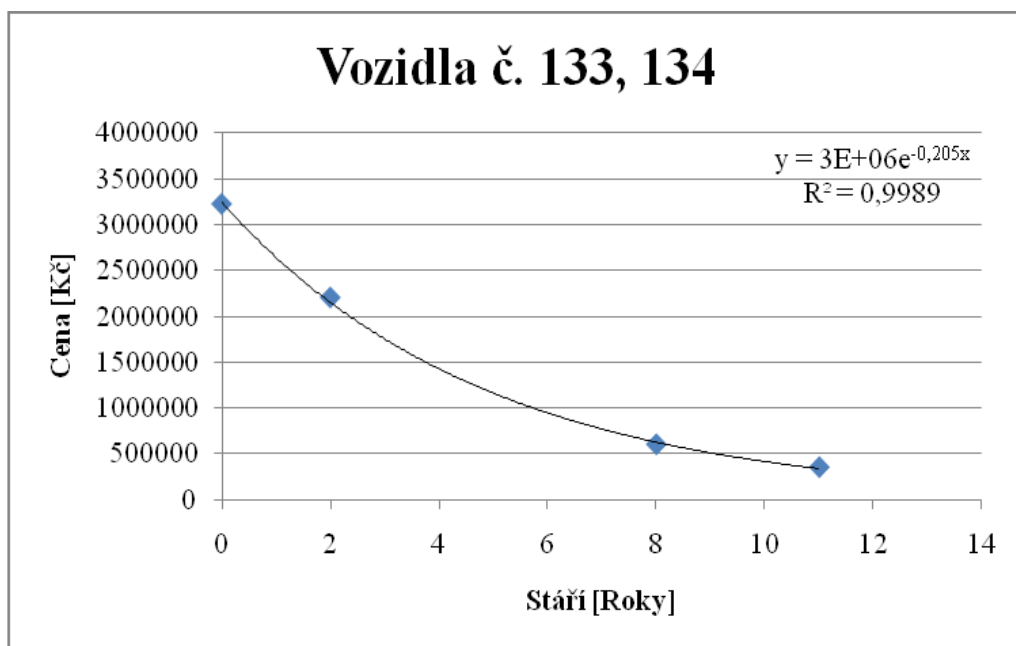
8.1 Průměrné stáří vozidlového parku a stáří jednotlivých vozidel

	Ev. čísla autobusů	Typové označení	Rok výroby	Stáří [Roky]
	111	Karosa B 732	1990	22
	126	Karosa B 731	1996	16
	127	Karosa B 731	1996	16
	128	Karosa B 931	1996	16
	129	Karosa B 931	1996	16
	130	SOR B 9,5	1998	14
	131	SOR B 9,5	1999	13
	132	SOR B 9,5	1999	13
	133	SOR B 9,5	2000	12
	134	SOR B 9,5	2000	12
	135	CITY BUS	2000	12
	136	CITY BUS	2000	12
	137	SOR B 10,5	2001	11
	138	SOR B 10,5	2001	11
	139	SOR B 10,5	2002	10
	140	SOLARIS -12	2002	10
	141	SOLARIS -12	2002	10
	142	SOLARIS -12	2002	10
	143	SOLARIS -12	2004	8
	144	SOLARIS -12	2004	8
	145	SOLARIS -12	2005	7
	146	SOLARIS -12	2005	7
	147	SOLARIS -12	2006	6
	148	CITELIS - 12	2011	1
	149	CITELIS - 12	2011	1
	150	CITELIS - 12	2011	1
	151	CITELIS - 12	2011	1
	152	CITELIS - 12	2011	1
	153	CITELIS - 12	2011	1
	154	CITELIS - 12	2011	1
	155	CITELIS - 12	2011	1
	156	CITELIS - 12	2011	1
	157	CITELIS - 12	2011	1
Celkový počet [Ks]	33	Průměrné stáří 8,5		

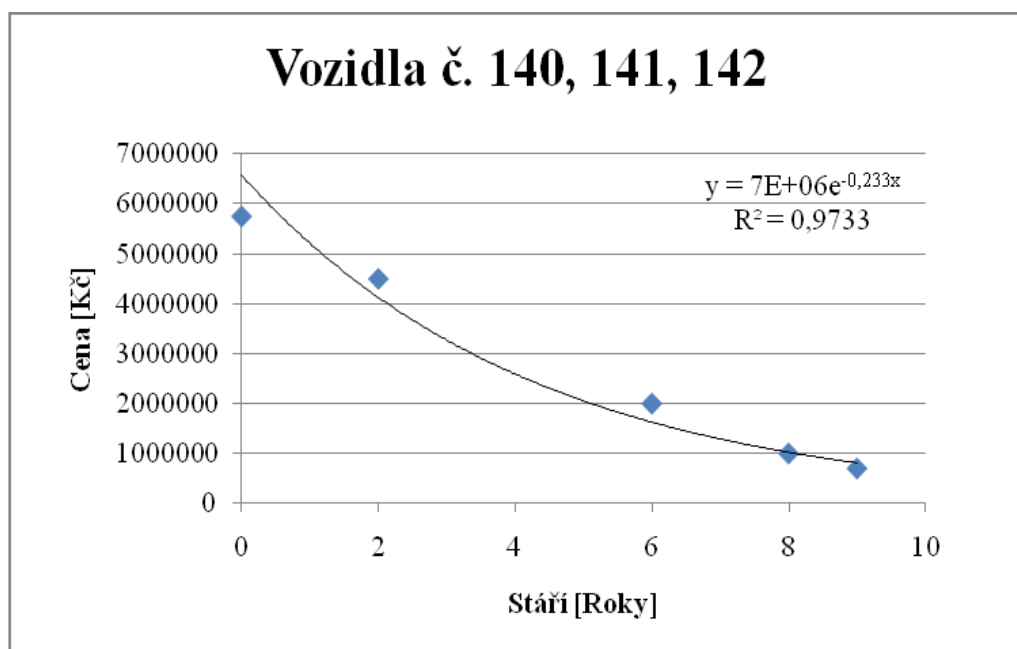
8.2 Průběhy klesajících tržních hodnot vozidel



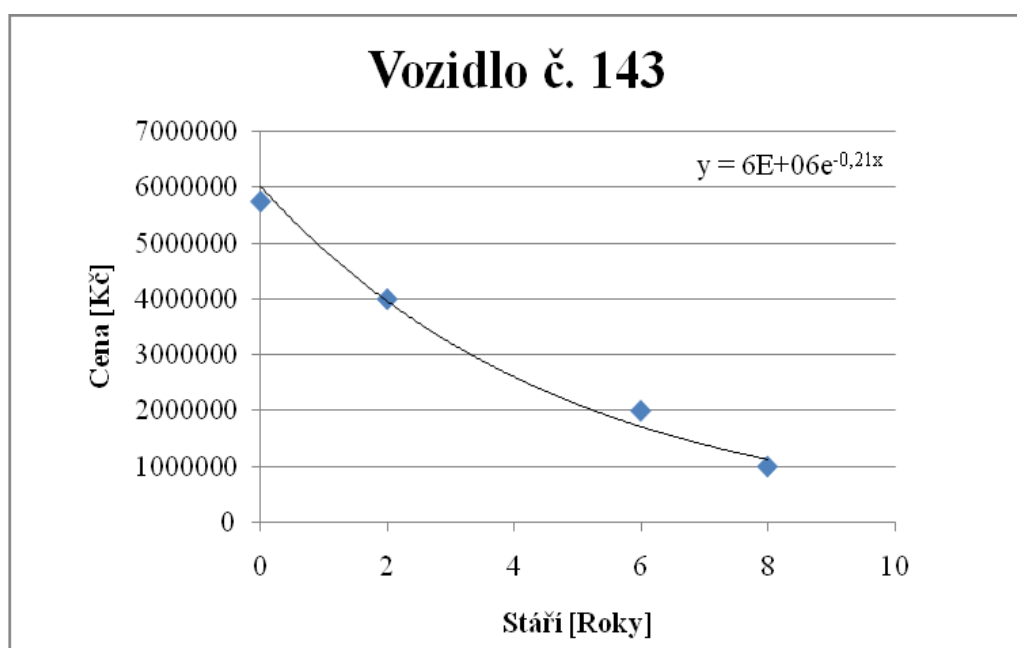
Průběh klesající tržní hodnoty Autobusu SOR 9,5 – B, evidenčního č. 131, 132



Průběh klesající tržní hodnoty Autobusu SOR 9,5 – B, evidenčního č. 133, 134



Průběh klesající tržní hodnoty Autobusu SOLARIS URBINO 12, ev. č. 140, 141, 142



Průběh klesající tržní hodnoty Autobusu SOLARIS URBINO 12, ev. č. 143

8.3 Náklady v jednotlivých letech [Kč]

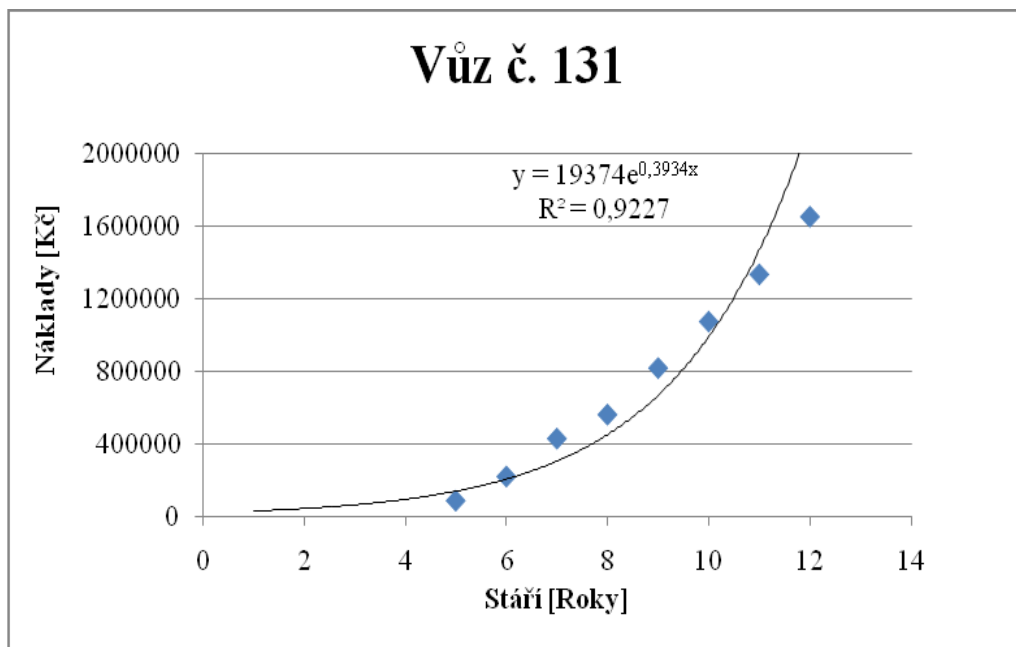
Typ	Rok výroby	Vůz č.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
SOR B-9,5	1998	130	15749 6	13291 6	13767 4	10817 7	20722 6	10266 5	17307 2	243119
SOR B-9,5	1999	131	83879	13304 9	20854 0	13228 1	25543 8	25626 6	25935 4	317442
SOR B-9,5	1999	132	15878 8	15046 2	19476 5	18599 7	28546 1	21884 5	31850 7	262447
SOR B-9,5	2000	133	16542 3	97622	16642 5	20424 7	25464 8	19731 8	26514 6	206056
SOR B-9,5	2000	134	85728	13638 9	17556 5	26948 0	22436 5	31423 6	27204 2	243634
Solaris 12	2002	140	10427 8	10034 6	12007 6	32847 8	19911 4	31250 9	23437 4	300571
Solaris 12	2002	141	84249	16369 6	15012 7	16828 3	16554 0	19979 8	23539 3	240390
Solaris 12	2002	142	92989	12829 0	11315 4	21714 7	20628 7	30426 3	30578 8	229618
Solaris 12	2004	143	748	49616	12267 2	15236 7	16648 5	23670 0	16227 6	161150

8.4 Kumulativní náklady na vozidlech v jednotlivých letech [Kč]

Typ	Rok výroby	Vůz č.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sor B-9,5	1998	130	157496	290412	428086	536263	743489	846154	1019226	1262345
stáří v jednotlivých letech (let)			6	7	8	9	10	11	12	13
Sor B-9,5	1999	131	83879	216928	425468	557749	813187	1069453	1328807	1646249
stáří v jednotlivých letech (let)			5	6	7	8	9	10	11	12
Sor B-9,5	1999	132	158788	309250	504015	690012	975473	1194318	1512825	1775272
stáří v jednotlivých letech (let)			5	6	7	8	9	10	11	12
Sor B-9,5	2000	133	165423	263045	429470	633717	888365	1085683	1350829	1556885
stáří v jednotlivých letech (let)			4	5	6	7	8	9	10	11
Sor B-9,5	2000	134	85728	222117	397682	667162	891527	1205763	1477805	1721439
stáří v jednotlivých letech (let)			4	5	6	7	8	9	10	11
Solaris 12	2002	140	104278	204624	324700	653178	852292	1164801	1399175	1699746
stáří v jednotlivých letech (let)			2	3	4	5	6	7	8	9
Solaris 12	2002	141	84249	247945	398072	566355	731895	931693	1167086	1407476
stáří v jednotlivých letech (let)			2	3	4	5	6	7	8	9
Solaris 12	2002	142	92989	221279	334433	551580	757867	1062130	1367918	1597536
stáří v jednotlivých letech (let)			2	3	4	5	6	7	8	9
Solaris 12	2004	143	748	50364	173036	325403	491888	728588	890864	1052014
stáří v jednotlivých letech (let)			1	2	3	4	5	6	7	8

8.5 Průběhy kumulativních nákladů na údržbu vozidel a výpočet optimálních dob vyřazení

Autobus SOR 9,5 – B, evidenční č. 131:



Průběh kumulativních nákladů na údržbu vozidla SOR 9,5 - B, vůz č. 131

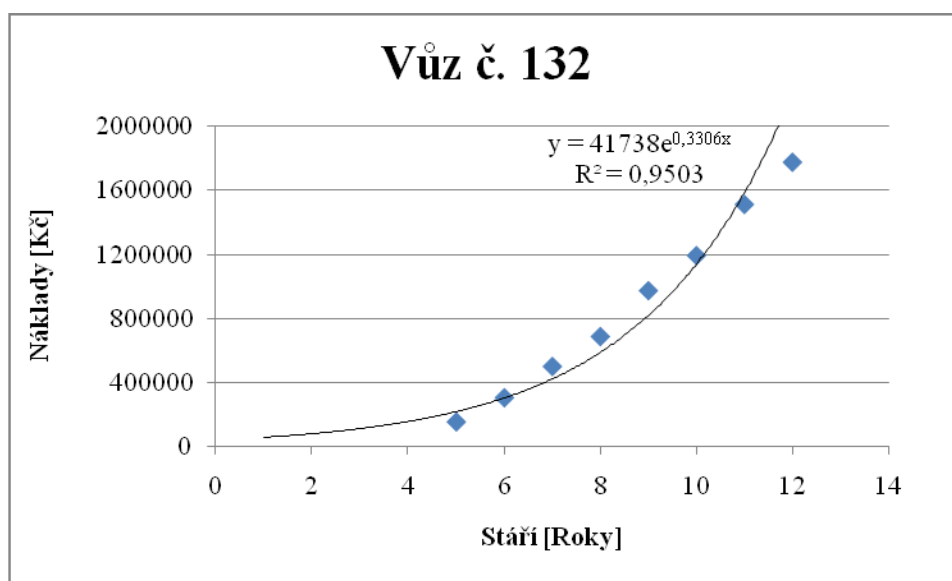
Zjištěné parametry autobusu SOR 9,5 - B, evidenční č. 132

Vozidlo č.	C	α	β	A
131	3 221 000	0,218	0,3934	19374

Podle zjištěných parametrů dosadíme do vzorce (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,218 + 0,3934} \cdot \ln\left(\frac{0,218 \cdot 3221000}{0,3934 \cdot 19374}\right) = 8,36 \text{ let}$$

Autobus SOR 9,5 – B, evidenční č. 132:



Průběh kumulativních nákladů na údržbu vozidla SOR 9,5 - B, vůz č. 132

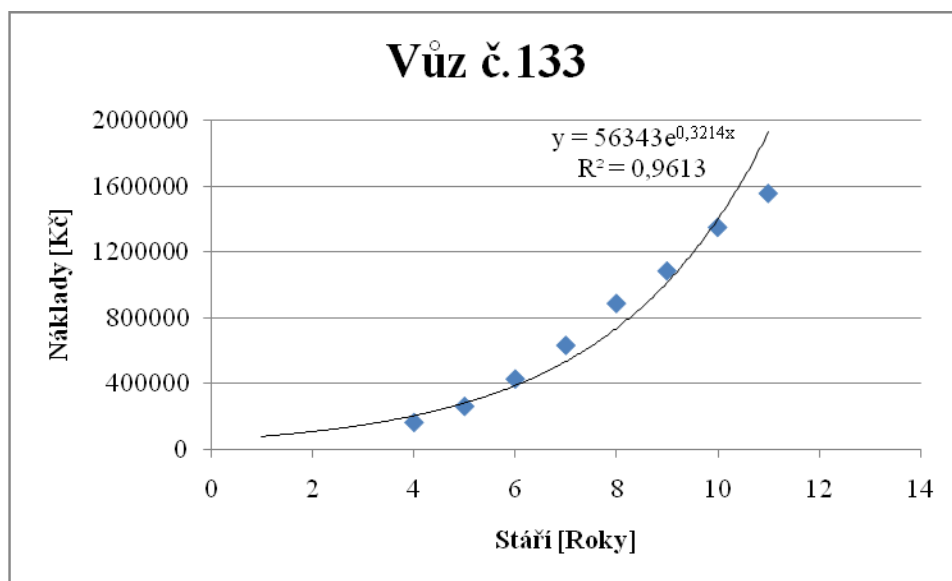
Zjištěné parametry autobusu SOR 9,5 - B, evidenční č. 132

Vozidlo č.	C	α	β	A
132	3 221 000	0,218	0,3306	41738

Podle zjištěných parametrů dosadíme do vzorce (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,218 + 0,3306} \cdot \ln\left(\frac{0,218 \cdot 3221000}{0,3306 \cdot 41738}\right) = 7,92let$$

Autobus SOR 9,5 – B, evidenční č. 133:



Průběh kumulativních nákladů na údržbu vozidla SOR 9,5 - B, vůz č. 133

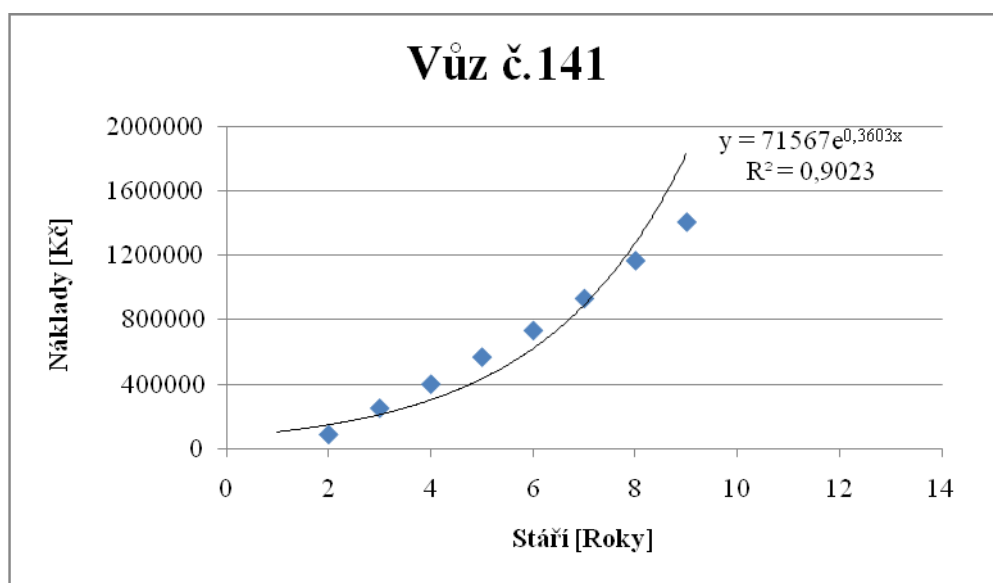
Zjištěné parametry autobusu SOR 9,5 - B, evidenční č. 133

Vozidlo č.	C	α	β	A
133	3 221 000	0,218	0,3214	56343

Podle zjištěných parametrů dosadíme do vzorce (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,205 + 0,3214} \cdot \ln\left(\frac{0,205 \cdot 3221000}{0,3214 \cdot 56343}\right) = 7,68 \text{ let}$$

Autobus SOLARIS URBINO 12, evidenční č. 141:



Průběh kumulativních nákladů na údržby vozidla SOLARIS URBINO 12, vůz č. 141

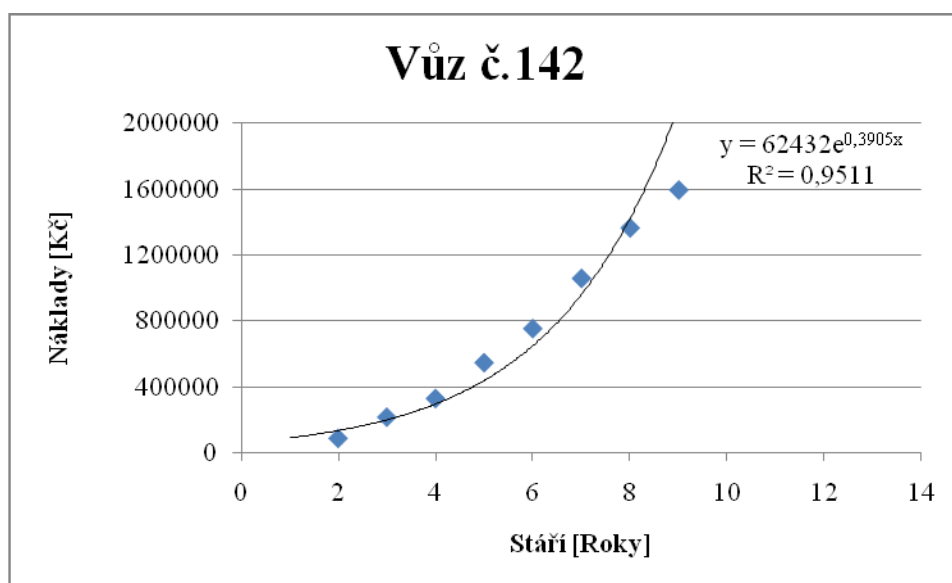
Zjištěné parametry autobusu SOLARIS URBINO 12, evidenční č. 141

Vozidlo č.	C	α	β	A
141	5 750 000	0,233	0,3603	71567

Podle zjištěných parametrů dosadíme do vzorce (6)

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,233 + 0,3603} \cdot \ln\left(\frac{0,233 \cdot 3221000}{0,3603 \cdot 71567}\right) = 7,39let$$

Autobus SOLARIS URBINO 12, evidenční č. 141:



Průběh kumulativních nákladů na údržby vozidla SOLARIS URBINO, vůz č. 142

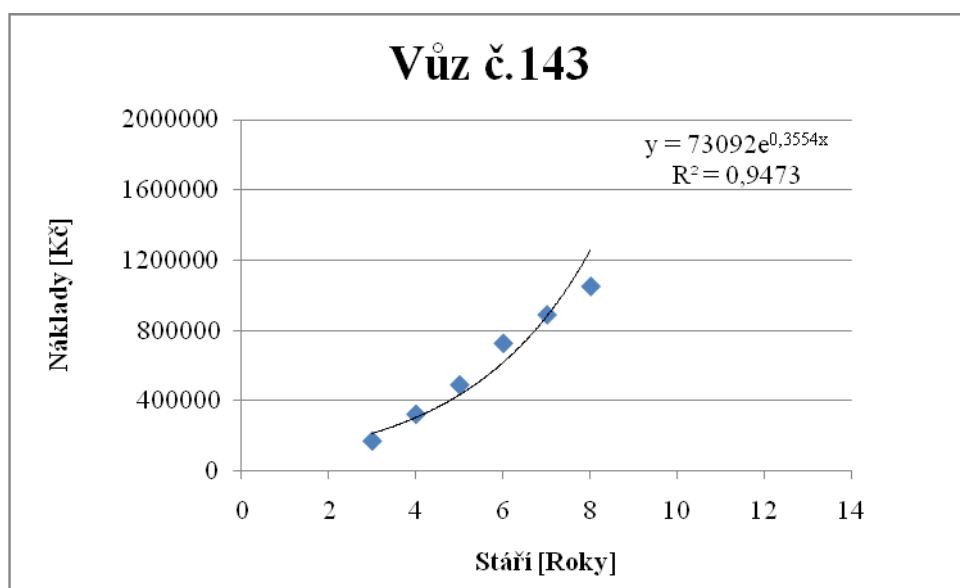
Zjištěné parametry autobusu Solaris URBINO 12, evidenční č. 142

Vozidlo č.	C	α	β	A
142	5 750 000	0,233	0,3905	62432

Podle zjištěných parametrů dosadíme do vzorce (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,233 + 0,3905} \cdot \ln\left(\frac{0,233 \cdot 3221000}{0,3905 \cdot 62432}\right) = 7,25let$$

Autobus SOLARIS URBINO 12, evidenční č. 143:



Průběh kumulativních nákladů na údržby vozidla SOLARIS URBINO, vůz č. 143

Zjištěné parametry autobusu Solaris URBINO 12, evidenční č. 143

Vozidlo č.	C	α	β	A
143	5 750 000	0,21	0,3554	73092

Podle zjištěných parametrů dosadíme do vzorce (6):

$$t_{zopt} = \frac{1}{0,21 + 0,3554} \cdot \ln\left(\frac{0,21 \cdot 3221000}{0,3554 \cdot 73092}\right) = 7,72let$$

8.6 Technické údaje autobusu SOLARIS URBINO 12

Pohonný systém		
Motor	Standard	DAF PR183 (188 kW)
	Možnosti	DAF PR228 (231 kW) DAF PR265 (266 kW) Cummins ISB6.7 250B (180.5 kW) Cummins ISB6.7 285B (209 kW) MAN D0836 LOH 70 (213 kW)
Převodovka	Standard	Voith Diwa 5
	Možnosti	ZF Ecolife Allison Torqmatic (pouze s motory Cummins ISB6.7 250B nebo ISB6.7 285B)
Palivová nádrž	Standard	250 l
	Možnosti	350 l
AdBlue nádrž	Standard	40 l
Systém dodatečného ohřevu	Standard	Spheros (Webasto)
	Možnosti	Eberspächer nádrž ohřevu
Podvozek		
Přední náprava	Standard	ZF RL 75 EC (nezávislá náprava)
	Možnosti	ZF RL 85 A
Hnací náprava	Standard	ZF AV 132
Centrální mazání	Standard	centrální mazací bod - tuhé mazivo
	Možnosti	Vogel KFBS1 s autodiagnózou
Řízení	Standard	ZF Servocom 8098
Brzdový systém	Standard	EBS (dvouokruhový), elektronický systém zamezující blokaci kol při brždění (ABS) a prokluzu při rozjezdu (ASR) ruční brzda (parkovací) - s možností mechanického odblokování brzdového systému zastávková brzda
Přídavná brzda	Standard	retardér integrovaný v převodovce
Pneumatické pérování	Standard	systém ECAS II snížení 70 mm, zvednutí o cca 60 mm

Karoserie		
Konstrukce skeletu	Standard	z nerezových ocelí
Oplechování bočních stěn	Standard	z nerezových ocelí a aluminiových panelů
Uspořádání dveří	Možnosti	1-2 2-2 1-2-2 2-2-2
Výška podlahy	Standard	I, II dveře - 320 [mm] III dveře - 340 [mm]
Rampa pro imobilní	Standard	ručně ovládaná rampa pro imobilní ve II dveřích
Míst k sezení	Standard	25-43+1 (v závislosti na vybavení)
Větrání, ventilace, klimatizace		
Klimatizace místa řidiče	Možnosti	klimatizace s elektrickým pohonem
Klimatizace prostoru cestujících	Možnosti	klimatizace s pohonem mechanickým
Ventilátory	Standard	dvousměrné (tlakovo - odsávací)
Střešní okna	Standard	elektrické
Topení prostoru cestujících	Standard	konvektorové topení, ventilátory 2-stupňové
Elektrická instalace		
Kabelové svazky a rozvodné desky	Standard	elektrická instalace CAN-Bus

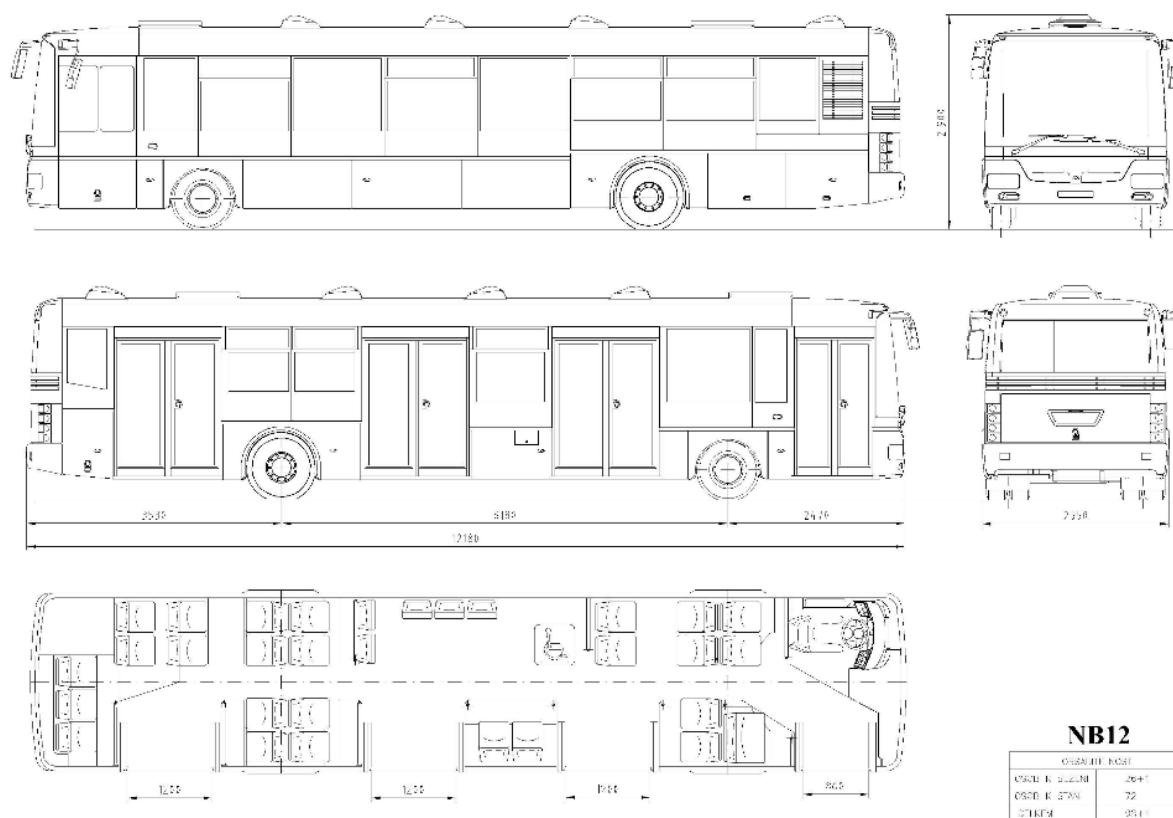
8.7 Technické údaje autobusu SOLARIS URBINO 10

Pohonný systém		
Motor	Možnosti	Cummins ISB6.7 250B (180.5 kW) Cummins ISB6.7 285B (209 kW)
Převodovka	Standard	Voith Diwa 5
	Možnosti	ZF Ecolife
Palivová nádrž	Standard	165 l
	Možnosti	250 l
AdBlue nádrž	Standard	40 l
Systém dodatečného ohřevu	Standard	Spheros (Webasto)

	Možnosti	Eberspächer nádrž ohřevu
Podvozek		
Přední náprava	Standard	ZF RL 75 EC (nezávislá náprava)
	Možnosti	ZF RL 85 A
Hnací náprava	Standard	ZF AV 132
Centrální mazání	Standard	centrální mazací bod - tuhé mazivo
	Možnosti	Vogel KFBS1 s autodiagnózou
Řízení	Standard	ZF Servocom 8098
Brzdový systém	Standard	EBS (dvouokruhový), elektronický systém zamezující blokaci kol při brždění (ABS) a prokluzu při rozjezdu (ASR) ruční brzda (parkovací) - s možností mechanického odblokování brzdového systému zastávková brzda
Přídavná brzda	Standard	retardér integrovaný v převodovce
Pneumatické pérování	Standard	systém ECAS II snížení 70 mm, zvednutí o cca 60 mm
Karoserie		
Konstrukce skeletu	Standard	z nerezových ocelí
Oplechování bočních stěn	Standard	z nerezových ocelí a hliníkových panelů
Uspořádání dveří	Možnosti	1-2 1-2-2
Výška podlahy	Standard	I, II dveře - 320 [mm] III dveře - 340 [mm]
Rampa pro imobilní	Standard	ručně ovládaná rampa pro imobilní ve II dveřích
Míst k sezení	Standard	16-25+1 (v závislosti na vybavení)
Větrání, ventilace, klimatizace		
Klimatizace místa řidiče	Možnosti	klimatizace s elektrickým pohonem
Klimatizace prostoru cestujících	Možnosti	klimatizace s pohonem mechanickým
Ventilátory	Standard	dvousměrné (tlakovo- odsávací)

Střešní okna	Standard	elektrické
Topení prostoru cestujících	Standard	konvektorové topení, ventilátory 2-stupňové
Elektrická instalace		
Kabelové svazky a rozvodné desky	Standard	elektrická instalace CAN-Bus

8.6 Technické údaje a nákresy autobusu SOR NB 12 City



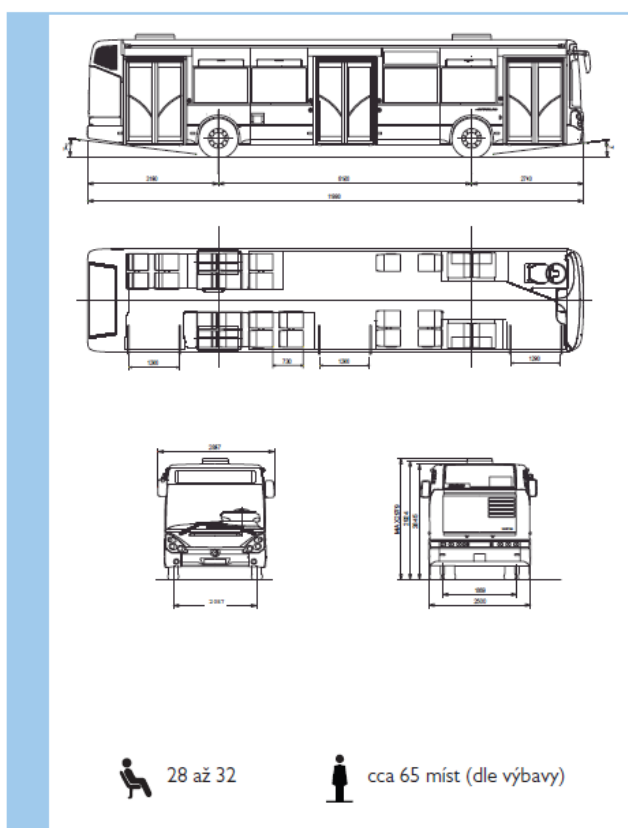
typ	SOR NB 12		Městský
rozměry	délka	mm	12 180
	šířka	mm	2 550
	výška	mm	2 900
	rozvor náprav	mm	6 180
	přední převis	mm	2 470
	zadní převis	mm	3 530
karoserie	počet dveří		4
	šířka předních dveří	mm	800
	šířka středních dveří	mm	1200
	šířka středních dveří	mm	1200
	šířka zadních dveří	mm	1200
	nástupní výška	mm	320
	výška podlahy	mm	340
hmotnost	provozní	kg	9 700
	maximální techn. přípustná	kg	16 700
obsaditelnost	k sezení		26
	k stání		76
	celkem		102
vlastnosti	konstr. rychlost	km/h	80
	vnější obrysový poloměr	mm	11 250
	nájezdový úhel vpředu	°	7
	nájezdový úhel vzadu	°	7
motor	Iveco Tector F4AE3682E		194 kW / 1 000 Nm EURO 5
převodovka	ZF Ecomat 6HP 504C		automatická 6+1 / 3,43-0,59 R4,84
retardér			hydraulický, integrovaný v převodovce
přední náprava	SOR NB 004		nezávislé zavěšení
zadní náprava	Voith BRA 132 DC80		portálová, hnací, i=6,29
pérování	pneumatické		vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4
	ovládání		electronické, Wabco ECAS
tlumiče	Brano		kapalinové, vpředu 2 / vzadu 4
kola	pneumatiky přední		285 / 70- R19,5
	disk přední		19,5x7,5"
	pneumatiky zadní		435/45R22,5 (alt. 2x 275/70R22,5)
	disk zadní		22,5x14" (alt. 2x 22,5x7,5")
brzdy	přední Wabco PAN19-1		kotoučové, vzduchem ovládané
	zadní Knorr SN7		kotoučové, vzduchem ovládané
ABS/ASR	Wabco		systém 4S/4M, verze E
řízení	RBL C 500V		hydraulické monoblokové
nezávislé topení	Eberspaecher Hydronic 24		naftové, výkon 35 kW
elektroinstalace	CAN-bus SAE 1939		plně multiplexový systém
akumulátory	Varta		24V / 225 Ah
výbava na přání			- klimatizace řidiče - centrální mazání přední nápravy - informační a odbavovací systém dle specifikace zákazníka

8.7 Technické údaje a nákresy autobusu SOR BN 9,5



typ	SOR BN 9,5		Městský třídvéřový	dvoudvéřový
rozměry	délka	mm	9 600	9 600
	šířka	mm	2 525	2 525
	výška	mm	2 950	2 950
	rozvor náprav	mm	4 450	4 450
	přední převis	mm	2 350	2 350
	zadní převis	mm	2 800	2 800
karoserie	počet dveří		3	2
	šířka předních dveří	mm	800	800
	šířka středních dveří	mm	1200	1200
	šířka zadních dveří	mm	660	
	nástupní výška	mm	320	320
	výška podlahy vpředu	mm	340	340
	výška podlahy vzadu	mm	800	800
hmotnost	provozní	kg	7 600	7 600
	maximální techn. přípustná	kg	15 000	15 000
obsaditelnost	k sezení		26	28
	k stání		48	46
	celkem		74	74
vlastnosti	konstr. rychlost	km/h	80	80
	vnější obrysový poloměr	mm	8 800	8 800
	nájezdový úhel vpředu	°	9	9
	nájezdový úhel vzadu	°	9	9
motor	Iveco Tector F4AE3682F		Euro 5 EEV, 185 kW / 850 Nm	
převodovka	Allison T280R		automatická 6+1 / 3,49-0,65 R5,03	
retardér			hydraulický, integrovaný v převodovce	
přední náprava	SOR BN 004		nezávislé zavěšení	
zadní náprava	DANA G150		tuhá, jednostupňová redukce, i=6,50	
pérování	pneumatické ovládání		vlnovcové pružiny, vpředu 2 / vzadu 4 elektronické, Wabco ECAS	
tlumiče	Brano		kapalinové, vpředu 2 / vzadu 4	
kola	pneumatiky		285 / 70- R19,5	
	disk		19,5x7,5"	
brzdy	Wabco PAN 19-1		kotoučové, vzduchem ovládané	
ABS/ASR řízení	Wabco RBL C 500V		systém 4S/4M, verze E hydraulické monoblokové	
nezávislé topení	Eberspaecher Hydronic 24		naftové, výkon 24 kW	
elektroinstalace	standardní		elektrická výbava vozu	
	CAN-bus SAE 1939		komunikace elektronických systémů vozu	
akumulátory	Varta		24V / 170 Ah	
výbava na přání	- klimatizace řidiče - mechanická převodovka ZF 6AS 1010 BO s automatizovaným řazením - brzdový systém EBS - informační a odbavovací systém dle specifikace zákazníka			

8.8 Technické údaje a nákresy autobusu IRISBUS IVECO CITELIS 12



OBECNÉ VLASTNOSTI

Délka	11 990 mm
Šířka	2 500 mm
Nejvyšší výška	2 979 mm
Rozvor	6 120 mm
Převis karosérie přední/zadní	2 710/3 160 mm
Rozchod vpředu/vzadu	2 087/1 869 mm
Vnitřní světlá výška vpředu/vzadu	2 344/2 309 mm
Nástupní výška předních/ prostředních/zadních dveří	320/330/330 mm
Šířka předních/prostředních/ zadních dveří	1 200 mm
Poloměr zatáčení zadních kol	10 600 mm
Poloměr zatáčení předních kol	8 773 mm
Úhel nájezdu vpředu/vzadu	7° / 7°
Celková dovolená hmotnost zatíženého vozidla	18 000 kg
Celková maximální hmotnost na přední nápravu	6 500 kg
Celková maximální hmotnost na zadní nápravu	11 500 kg



180 kW (245 k)
213 kW (290 k)



EURO 4 (STANDARD)
EURO 5 (OPCE)
EEV (OPCE)

CITELIS I2 M DIESEL

KAROSERIE A VNĚJŠÍ VÝBAVA

Karoserie je samonosná konstrukce, sešroubovaná z 6 panelů
Střecha je vyrobena z ocelového plechu, přední a zadní panel jsou z plastu
Boční panely jsou z hliníkového plechu
Přední a zadní nárazník a boční díly ve spodní části karoserie jsou z plastu
Ochrana proti korozi ponořením do kataforetické lázně
Přední, prostřední a zadní dveře se otevírají dovnitř, se vstupem bez schodu
Kryty matic předních kol
Výklápěcí víko motoru vzadu umožňující přístup ke hnacímu agregátu
S manuální výklápěcí nebo elektrickou výsuvnou plošinou pro vozíčkáře
S kneelingem
Elektropneumatické ovládání dveří
Horizontální snížení s citlivými hranami nebo bez nich
Se zvýšením vozu nebo bez

VNITŘNÍ VÝBAVA

Sedadla pro cestující typu STER 6MS nebo VOGEL 600
Potahy sedadel tkaninou nebo plýšem
Podlaha je pokryta protiskluzovou svařovanou PVC krytinou, která je přilepena k podlaze
Zadní stěna a boky pod okny jsou obloženy laminovanými panely
Střecha je zevnitř obložena plastovými panely a ořezávanými hliníkovými panely
Držadla, postranní opěry, přídržné tyče, zábradlí a madla jsou opatřena epoxidovým nástřikem
Se zpětnými zrcátky pro kontrolu dveřních prostor z místa řidiče nebo bez
Hasičský přístroj 2 x 6 kg

ELEKTRO

Veškerá elektroinstalace kinematického řetězce a vozu je provedena prostřednictvím systému MULTIPLEX
Dvě baterie 12V – 230 Ah od namontované na výsuvném vozíku
S ručně ovládanými odpojovací baterií nebo bez
Alternátory 2x 120 A
Přípojka pro startování z externího zdroje
Ochrana tepelnými jističi nebo tavnými pojistkami
Osvětlení pracoviště řidiče, prostoru pro cestující, schůdků a plošin střešním osvětlením
Příprava ozvučení (se 4 reproduktory)
S pozicními bočními světly
S předními míhovými světly nebo bez

ZASKLENÍ/TEPELNÝ KOMFORT

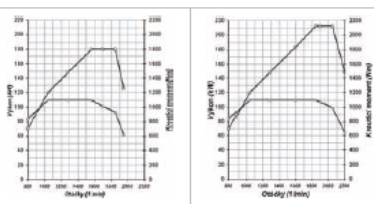
Čelní sklo TSA je zabarvené nebo s reflexní úpravou
Zadní sklo TSA zabarvené
Skla dveří TSA zabarvená jednoduchá nebo dvojitá
Sklo pracoviště řidiče posuvné, zabarvené, s deflektorem (odklon proudícího vzduchu) nebo bez
Boční výklopná okna zabarvená
Tepelná izolace bočních stěn a střechy
Tepelná a zvuková izolace prostoru motoru
Ventilace pracoviště řidiče s klimatizací nebo bez
2 střešní ventilace mechanické nebo elektrické
Vyhřívání čelního skla a okna řidiče ofukem
Odsávání vzduchu 2 turbínkami
Vytápění 4 radiátory
S klimatizační jednotkou ve střeše nebo bez
S nezávislým topením 30 kW

PRACOVNÍŠTĚ ŘIDIČE

Uzavřené pracoviště řidiče s dvířky (bez zásuvky na peníze)
Přístrojová deska VDO nebo ACTIA
Výškové stavitelný volant a úhlově stavitelné naklápění
Horní konzola se skříňkou pro osobní potřeby řidiče
Sedadlo řidiče s pneumatickým pérováním, s bederní opěrkou nebo bez
Elektricky vyhřívání a elektricky ovládané pravé a levé zpětné zrcátko
S tachografem nebo bez

MOTOR

IVECO CURSOR 8, Euro 4

Nejvyšší výkon	180 kW (245 k) při 1 850 ot./min.	213 kW (290 k) při 2 050 ot./min.
Nejvyšší krouticí moment	1100 Nm při 1100 ot./min	
Zdvihový objem	7,8 litrů	
Výkonové křivky		
Naftový vertikální řadový šestiválec napříč uložený v zadní části vozu		

Se systémem doplňování oleje (expanzní nádrž) nebo bez
S víčkem s kontrolkou (měrkou) oleje nebo bez
Výfuk vyvedený pod vůz nebo do střechy
Emise EEV

PŘEVODOVKA

Automatická převodovka VOITH nebo ZF
Ovládání převodovky tlačítkovým nebo štařtkovým voličem

ZADNÍ NÁPRAVA

Zadní portálová náprava s dvojitou redukcí typ IVECO BRA 132
Standardní celkový převod 23 x 37

Motor	180 kW (245 hp)	při 1850 ot/min	
Převod	VOITH D864,5	ZF5 HP 502c	ZF6 HP 502c
20 x 39	65,7 km/h	65,3 km/h	92,5 km/h
21 x 38	70,8 km/h	70,4 km/h	-
23 x 37	79,7 km/h	79,2 km/h	-

Motor	213 kW (290 hp)	při 2050 ot/min	
Převod	VOITH D864,5	ZF5 HP 502c	ZF6 HP 502c (*)
20 x 39	72,8 km/h	72,4 km/h	102,5 km/h
21 x 38	78,5 km/h	78,0 km/h	110,5 km/h
23 x 37	88,3 km/h	87,7 km/h	-

PŘEDNÍ NÁPRAVA / ŘÍZENÍ

Nezávislá RI 75 BUS
Řízení ZF typ 8098 se seřazením, s integrovaným hydraulickým posilovačem

PÉROVÁNÍ

Integrovaný pneumatické pérování se zajištěním stability vozidla

VZDUCHOVÝ OKRUH

Vzduchový kompresor 630 cm³ (tlak 1,25 MPa)
Vysoušeč vzduchu, odlučovač oleje
Ruční odvzdušňovací klapky na vzduchojemech a na přípojkách na vzduch

BRZDY

Provozní brzda s pneumatickým ovládním, kotoučová vpředu a vzadu
Systém proti zablokování kol ABS
Nezávislé okruhy vpředu a vzadu
Parkovací brzda: s pružinami na zadních brzdách
Se systémem ASR
Varovný systém při poklesu tlaku na zadní nápravě
Elektrická zastávková brzda

RETARDÉR

Hydraulický retardér spojený s provozní brzdou
S ručním ovládním nebo bez

NÁDRŽE

8 kompozitních nádrží po 158 litrech (1264 litrů)
Plnění na pravé straně

KOLA A PNEUMATIKY

Pneumatiky 275/70 R 22,5 MICHELIN, MATADOR nebo BARUM

